Über transversale Schieferung im thüringischen Schiefergebirge.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

genehmigt von der

Philosophischen Fakultät

der

Königlichen Preußischen vereinigten Friedrichs-Universität

Halle-Wittenberg.

Von

Richard Sieburg

Bergreferendar aus Seesen (Braunschweig).

Tag der Promotion: 28. Januar 1909.

Halle a. S.

1909.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548124_0062

Über transversale Schieferung im thüringischen Schiefergebirge.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

genehmigt von der

Philosophischen Fakultät

der

Königlichen Preußischen vereinigten Friedrichs-Universität

Halle-Wittenberg.

ACAD.
LUGD BAT.
BIBL.

Von

Richard Sieburg

Bergreferendar aus Seesen (Braunschweig).

Tag der Promotion: 28. Januar 1909.

Halle a. S.

1909.

Referent: Professor Dr. J. Walther.

Universitäts-Buchdruckerei von Gustav Schade (Otto Francke), Berlin N 24.

Meinem Vater

gewidmet.

Einteilung.

Seite

Einleitung: Übersicht über den Schichtenaufbau im thüringischen Schiefergebirge 7

I. Auftreten der transversalen Schieferung in den einzelnen Formationen 12

II. Streichen und Fallen der transversalen Schieferung:

a) Die Lage zu den Himmelsrichtungen 18

b) Verhältnis des Streichens der Schieferung zu dem der Schichtung 21

III. Parallelklüftung 22

IV. Schieferung oder Spaltbarkeit nach mehreren Richtungen 24

Schluß: Betrachtung über das Alter der transversalen Schieferung 29

Benutzte Literatur.

1. Richter, R.: Untersilurische Petrefakten aus Thüringen. Zeitschr. der Deutschen geologischen Gesellschaft 1872.
2. Heim, A.: Untersuchungen über den Mechanismus der Gebirgsbildung im Anschluß an die Geologische Monographie der Tödi-Windgällen-Gruppe. Basel 1878.
3. Gümbel: Geognostische Beschreibung des Fichtelgebirges. Kassel 1879.
4. Daubrée, A.: Synthetische Studien zur Experimental-Geologie. Übers. Braunschweig 1880.
5. Loretz: „Über transversale Schieferung." Bericht über die Senckenbergische Naturforschende Gesellschaft. Frankfurt a. M. 1880.
6. Loretz: Über transversale Schieferung und verwandte Erscheinungen im thüringischen Schiefergebirge. Jahrb. d. Königl. Preuß. Geol. Landesanstalt. Berlin 1881.
7. Loretz: Beitrag zur geol. Kenntnis der cambr.-phyll. Schieferreihe in Thüringen. Ebenda.
8. Liebe: Die Seebedeckungen Ostthüringens. 1881.
9. Liebe: Übersicht über den Schichtenaufbau Ostthüringens. 1884.
10. Liebe, Loretz und Zimmermann: Erläuterungen zu den geologischen Spezialkarten von Preußen und den Thüringischen Staaten.
11. Regel, F.: Thüringen, I. Teil. 1892.
12. Zimmermann: Geologie des Herzogtums Sachsen-Meiningen. Neue Landeskunde des Herzogtums Sachsen-Meiningen, Heft 4. Schriften des Vereins f. Sachs.-Meiningen, Geschichte u. Landeskunde, Heft 43.
13. Zimmermann: Zur Geologie und besonders zur Tektonik des vogtl.-ostthüringischen Schiefergebirges. Zeitschr. d. g. Geologie, Bd. 54.
14. Zimmermann: Die geologische Kartierung der Gegend von Lehesten. Lehesten 1896.
15. Walther, J.: Geologische Heimatskunde von Thüringen. 1907.
16. Walther, J.: Einleitung in die Geologie als historische Wissenschaft. III. Teil: Lithogenesis der Gegenwart.
17. Kayser: Über das Alter der thüringischen Tentakuliten- und Nereitenschichten. Zeitschr. d. g. Geologie, Bd. 46.
18. Kayser: Lehrbuch der allgem. Geologie, I. Teil. 1905.
19. Zalinski: Untersuchungen über Thuringit und Chamosit aus Thüringen und Umgebung. Beilage zum Neuen Jahrb. f. Min., Geol. u. Pal., Bd. XIX.
20. Lehder, J.: Die Phosphoritkonkretionen des untersten Culms in Ostthüringen und dem Vogtlande. Neues Jahrb. f. Min., Geol. u. Pal., Bd. XXII.
21. Walther, K.: Beiträge zur Geologie und Paläontologie des älteren Palaeozoicums in Ostthüringen. Neues Jahrb. f. Min., Geol. u. Pal., Bd. XXIV.

Unter transversaler Schieferung versteht man eine bis ins feinste gehende parallelflächige Spaltbarkeit des Gesteins, die nicht bei der Ablagerung der Gesteine entstand, vielmehr als die Wirkung eines nach dem Faltungsprozeß noch tätigen seitlichen Druckes in der Erdrinde zu betrachten ist.

Eine eingehende Kenntnis dieser Erscheinung verdanken wir besonders den Arbeiten von Daubrée[1]) und Heim[2]). Daubrées Ergebnisse stützen sich in erster Linie auf zahlreiche experimentelle Versuche, während Heims Folgerungen hauptsächlich auf seinen umfassenden Beobachtungen in der freien Natur beruhen.

Schon seit längerer Zeit hat in der Geologie der Satz allgemeine Gültigkeit erlangt, daß die Schieferungsebene senkrecht zu dem sie erzeugenden Drucke steht; aber seit Heim hat niemand wieder den Versuch gemacht, in einem größeren abgeschlossenen Gebiet die Allgemeingültigkeit dieses Satzes nachzuprüfen und insbesondere zu untersuchen, ob auch in anderen Gebirgen die Streichrichtung der Schieferung stets mit derjenigen der Schichtung zusammenfällt, oder ob ein anderes Abhängigkeitsverhältnis zwischen ihnen besteht.

Einen solchen Versuch habe ich auf Anregung des Herrn Professors Dr. Walther zu Halle a. S. in dem thüringischen Schiefergebirge westlich der Saale unternommen. Dieses Gebiet schien sich nach den Untersuchungen von Liebe, Loretz und Zimmermann für das Studium der transversalen Schieferung vorzüglich zu eignen; vor allem hatte Loretz bereits zwei ausführliche Arbeiten[3]) über einen Teil des Gebietes veröffentlicht. Hinweise auf Schieferungserscheinungen finden sich ferner in verschiedenen Erläuterungen zu den geologischen Spezialkarten dieses Gebietes.

Das ostthüringische Schiefergebirge ist erst in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts durch zahlreiche Forscher wie Richter, Gümbel, Loretz, Liebe und Zimmermann eingehend stratigraphisch gegliedert worden. Großartige tektonische Störungen, die zum Teil zu einer weitgehenden Umwandlung der Gesteine geführt haben, auffallende Fossilarmut, teilweise ungenügende Aufschlüsse machten diese Aufgabe recht schwierig. Bis heute ist es trotz mancher Fortschritte nicht gelungen, endgültig alle Zweifel an der Richtigkeit der Gliederung einzelner Schichtenreihen zu beseitigen. Dieser Arbeit mußte also die jetzt bestehende Gliederung zugrunde gelegt werden, wie sie auf den Karten und in den Erläuterungen der Königlichen Preußischen Geologischen Landesanstalt angewendet ist; jedoch sollen in der kurzen Übersicht über den Schichtenaufbau Ostthüringens, welche der Behandlung des eigentlichen Themas vorangestellt ist, auch die neueren Arbeiten berücksichtigt und eigene neue Beobachtungen eingeflochten werden.

Das ostthüringische Palaeozoicum umfaßt die Formationen: Cambrium, Silur, Devon und Untercarbon oder Culm.

Cambrium.

Im Cambrium unterscheidet Loretz[4]) folgende drei Stufen:

1. Ältere Schiefer von phyllitischem Aussehen (Quarzphyllit) (p). Neben eigentlichen Phylliten treten überwiegend Abänderungen auf, die aus einer

[1]) A. Daubrée: Synthetische Studien zur Experimental-Geologie. Braunschweig 1880. S. 313 bis 323.

[2]) A. Heim: Untersuchungen über den Mechanismus der Gebirgsbildung im Anschluß an die Geologische Monographie der Tödi-Windgällen-Gruppe. Basel 1878.

[3]) Loretz: Über transversale Schieferung. Bericht über die Senckenbergische Naturforschende Gesellschaft. Frankfurt a. M. 1880. — Über transversale Schieferung und verwandte Erscheinungen im thüringischen Schiefergebirge. Jahrb. d. Kgl. Preuß. Geol. Landesanst., Berlin 1881.

[4]) Erläuterungen zu Blatt Königsee, S. 13—21; Groß-Breitenbach, S. 15—28.

schichtigen oder schichtig-flaserigen Verwachsung von Phyllit mit Quarz und Quarzit hervorgehen.

2. Halbphyllitische, halbklastische Schiefer (pcb). Die Gesteine dieser Zone, die mit ganz allmählichem Übergang aus der älteren Stufe hervorgehen, enthalten bereits zahlreiche klastische Bestandteile, erinnern aber doch durch ihr krystallinisches, phyllitisch-flaseriges Aussehen an die älteren Phyllite; sie schwanken zwischen phyllitischem Quarzitschiefer und Grauwackenschiefer.

3. Dunkle, graue und graugrüne Tonschiefer (cb) mit Einlagerungen heller feinkörniger Quarzite und quarzitischer Schiefer. Diese als Obercambrium bezeichnete Schichtenfolge enthält als Leitfossil das merkwürdige Phycodes circinnatum.

Örtlich, besonders in der 2. Stufe, kommen „Einlagerungen" von granitisch-gneisartigen sowie porphyroidisch-amphibolitischen Gesteinen vor.

Über die Mächtigkeit dieser Schichtenreihe nähere Angaben zu machen, dürfte zurzeit gänzlich unmöglich sein; Zimmermann schätzt sie auf „gewiß weit über 1000 m"[5]).

Hinsichtlich der geologischen Altersfrage der in unserem Gebiet als Cambrium bezeichneten Schichten ist zu bemerken, daß die Phycodenschichten jetzt in das tiefere Untersilur gestellt werden[6]), da Phycodes circinnatum in ganz ähnlichen Gesteinen im Untersilur Frankreichs und Kataloniens vorkommt. Da auch bezüglich der unteren Stufen sich neuerdings die Zweifel an ihrer Zugehörigkeit zum Cambrium gemehrt haben[7]), so dürfte eine erneute Untersuchung des Cambriums vielleicht eine wesentlich andere Einteilung oder Gliederung ergeben.

Silur.

1. Untersilur.

Ganz allmählich gehen aus den obersten graugrünen Schiefern der Phycodenschichten dunkle Tonschiefer hervor, welche die Hauptmasse des Untersilurs ausmachen. Die Gliederung im einzelnen ist nach Gümbel, Loretz, Liebe, Zimmermann die folgende:

a) Unterer Quarzit.
b) Unterer Thuringithorizont, aus einem Eisenoolithlager bestehend.
c) Griffelschiefer: blauschwarze bis schwarze, milde, feinkörnige Tonschiefer mit verzerrten Trilobiten: Asaphus marginatus, Megalaspis gladiator, Ogygia, Calymene, Illaenus Loretzi, sowie mit Conularia modesta.
d) Oberer Thuringithorizont (Thuringit und hauptsächlich Chamosit).
e) Oberer Quarzit.
f) Oberer Schiefer mit Echinosphaerites. Viele Glimmerblättchen auf den Schichtflächen (Lederschiefer Gümbels).

2. Obersilur (umfassend Mittelsilur und Obersilur der Spezialkarten).

a) Unterer Graptolithenschiefer = Mittelsilur der Spezialkarten.
b) Ockerkalk
c) Oberer Graptolithenschiefer } = Obersilur der Spezialkarten.

Die Gesamtmächtigkeit des Silurs beträgt nach den Angaben einzelner Forscher etwa 300 m.

Devon.

Liebe[8]) hat zuerst nachgewiesen, daß das Devon vielfach übergreifend den älteren Schichten aufgelagert ist, und zwar mit 62 Proz. der ausstreichenden Grenze dem „Mittelsilur", mit 22 Proz. dem Untersilur und mit 16 Proz. dem Obersilur. Während Liebe aber noch das unterste Glied des Thüringer Devons für Unterdevon hielt, wies zunächst E. Kayser[9]) und später K. Walther[10]) nach, daß das Unterdevon in Thüringen überhaupt fehlt, und daß das sogenannte thüringische Unterdevon der älteren Geologen und der Landesanstalt in Wirklichkeit Mitteldevon ist.

Somit ist das Devon jetzt zu gliedern in:

1. Mitteldevon:

a) Knollenschiefer (früher sogenannter Tentakulitenknollenkalk): dunkle Schiefer mit korallenführenden Kalkknollen; stellenweise ist der Knollenschiefer nur eine Facies des nächstfolgenden Horizontes der
b) Styliolinen- und Nereitenschichten. An Tentakuliten sehr reiche Schiefer mit Einlagerungen von Braunwacken und sog. Nereitenquarziten mit Nereites thuringiacus, Strophomena minor und Trilobiten.

---

[5]) Zimmermann: Geologie von Meiningen, S. 339.

[6]) Kayser: Lehrbuch der Geologie, II. Teil, S. 92.

[7]) Zimmermann: a. a. O., S. 338.

[8]) Liebe: Die Seebedeckungen Ostthüringens. 1881. — Übersicht über den Schichtenaufbau Ostthüringens, S. 34.

[9]) Kayser: Über das Alter der Thüringer Tentakuliten- und Nereitenschichten. Zeitschr. d. g. Geol., Bd. 46, S. 823.

[10]) Walther: Beiträge zur Geologie und Paläontologie des älteren Palaeozoicums in Ostthüringen. N. Jahrb., Beil.-Bd. XXIV, S. 269.

Diese Schichten gehören nach K. Walther dem unteren Mitteldevon an; das obere Mitteldevon fehlt nach seinen Untersuchungen[11]). Zimmermann gibt die Mächtigkeit der Stufe zu 200—400 m an.

2. Oberdevon:

a) Oberdevonschiefer: Schiefer mit sandigen Zwischenlagen, mit den ersten Cypridina serrato-striata; nach oben Kalkknoten aufnehmend.
b) Unterer Goniatitenkalk: Knotenkalke mit zurücktretenden Kalkknotenschiefern, örtlich Braunwacke und tuffige Schiefer; beide Abteilungen entsprechen den Büdesheimer Schiefern anderer Gegenden.
c) Cardiolazone mit Cardiola retrostriata und angulifera; zwei dünne dunkle bituminöse Kalkbänkchen, die durch einige Meter Knotenkalk getrennt werden.
d) Oberer Goniatitenkalk: Schiefer mit zurücktretendem Kalkknotenschiefer oder echtem Knotenkalk (= Adorfer Kalk).
e) Untere Clymenienschichten: wenig mächtige Schiefer und Kalkknotenschiefer; dann folgen am Bohlen (nach Zimmermann)
f) Unterer Quarzit 11 m.
g) Kalkknotenschiefer 19 m.
h) Oberer Quarzit 7—8 m[12]).
i) Obere Clymenienschichten: 7—8 m mächtige Kalkknotenschiefer.
k) Venustaschiefer (Cypridinenschiefer).

Die Gesamtmächtigkeit beträgt angeblich etwa 300 m. Sowohl im Silur als auch im Devon sind im Osten des Gebietes in verschiedenen Horizonten Diabase, Schalsteine und Diabastuffe eingelagert; sie reichen auf Blatt Probstzella südlich der Lichtentanner Verwerfung bis ungefähr in die Mitte des Blattes.

Im Culm treten sie nur untergeordnet auf.

Culm.

Im Gegensatz zum Silur und Devon ist es im Culm außerordentlich schwer, bei der großen Eintönigkeit der Gesteine, dem Fehlen besonders ausgezeichneter Schichten und Versteinerungen, eine ins einzelne gehende Gliederung aufzustellen. Die bisherigen Untersuchungen zeigen nur, daß im allgemeinen in den tieferen Horizonten Tonschiefer überwiegen, während sich nach oben hin allmählich Grauwacken und Quarzite einstellen und den Tonschiefer verdrängen. Soweit der Tonschiefer überwiegt, hat man die Schichten dem unteren Culm, im übrigen dem oberen Culm zugerechnet.

Die Grenze zwischen Oberdevon und Unterculm ist auf paläontologischer Grundlage geschaffen worden und daher nur in recht günstigen Aufschlüssen mit Sicherheit festzustellen. Als jüngstes Glied des Oberdevons gilt der Venustaschiefer (Cypridinenschiefer), der nach Zimmermann nur eine geringe Mächtigkeit besitzt. Darüber lagert konkordant der Rußschiefer (Liebe) als ältestes Glied des unteren Culms. Seine Mächtigkeit läßt sich nicht genau angeben; er geht allmählich in den darüberliegenden Dachschiefer über.

In allen Arbeiten über diese Schichten schnitten die Beobachtungen mit dem Rußschiefer ab; über die Dachschieferzone wurden lediglich einige schon längst bekannte kurze und teils ungenaue Angaben wiederholt. Einer Anregung Zimmermanns[13]) folgend, habe ich mich daher bei meinen Besuchen in den Dachschieferbrüchen auch, soweit es die beschränkte Zeit zuließ, mit der Schichtenfolge beschäftigt, und gebe die Resultate in den der Arbeit beigefügten Figuren 1—4 wieder. Von geringen Abweichungen abgesehen, ist die Ausbildung der Schichten im Loquitztal östlich Probstzella und nördlich Lehesten (Friedrichsbruch) die gleiche. Umstehende Tabelle gibt ein Bild der Schichtenfolge an den genannten Orten.

Die Schichten e_1 bis i bilden die Zone des brauchbaren Dachschiefers. Die Gliederung dieser Zone in einzelne Unterabteilungen beruht auf Unterschieden in der Zusammensetzung und Farbe des Schiefers, die von großer Bedeutung für die technische Verwendbarkeit sind. Eine wichtige Rolle spielt dabei der Gehalt an fein verteiltem Schwefelkies, welcher zwar sämtlichen Schieferarten eigen ist, aber nicht im gleichen Maße. Je mehr er in dem Schiefer eingestreut ist, um so leichter verwittern die Schieferplatten auf den Dächern und an den Giebeln der Häuser. Der gesuchteste Schiefer ist der „blaue Schiefer", denn er ist verhältnismäßig rein von Schwefelkies, da dieser wohl infolge von Molekularattraktion in großen „Kieskälbern"[14]) konzentriert ist.

[11]) Walther: a. a. O. S. 271.

[12]) Zwischen g und h befindet sich im Loquitztal (z. B. hinter dem Betriebsgebäude der Eisenbahn-Inspektion zu Probstzella gut aufgeschlossen) eine 0,30—0,40 m mächtige Schicht schwarzen, stark zerriebenen Schiefers.

[13]) Zimmermann: Geologie Meiningens, S. 369.

[14]) Die „Kieskälber" sind 1—15 und mehr Dezimeter große ellipsoidische, glatt und scharf umgrenzte Konkretionen einer dunklen, harten und festen kieseligen und zugleich eisenspatführenden Masse, welche allenthalben, besonders dicht aber in einer konzentrischen Zone nahe dem Außenrande, Schwefelkieswürfel von 2—20 mm Kantenlänge enthalten. (Zimmermann: S. 368 a. a. O.)

	Loquitztal: Schieferbruch Seelig	Dachschieferbrüche: Ausdauer-, Großer, Jahnscher Bruch, östlich Probstzella		Friedrichsbruch bei Lehesten
		Oberdevon:		
a	Oberdevonischer Knotenkalk	Nicht aufgeschlossen		Oberdevonischer Knotenkalk
b	0,3 m stark zerriebener schwarzer Schiefer	do.	do.	Fehlt
c	5 m starke Quarzitbank	do.	do.	1—1½ m starke Quarzitbank
d	7—8 m Clymenienschiefer mit Kalkknoten	do.	do.	7—8 m Clymenienschiefer mit Kalkknoten
d_1	? (Venusta) = Cypridinenschiefer (Mächtigkeit gering)	do.	do.	(Venusta) = Cypridinenschiefer
		Unterer Culm:		
e	12—17 m Rußschiefer, in „schwarzen Schiefer“ übergehend	Nicht aufgeschlossen		7—8 m Rußschiefer, in „schwarzen Schiefer“ übergehend
e_1	Dachschiefer	3 m halbdunkler Schiefer	do.	do.	Dachschiefer	10 m halbdunkler Schiefer
f	Dachschiefer	5 m blaue Kiese	? blaue Kiese		Dachschiefer	5 m blaue Kiese
g	Dachschiefer	8 m blauer Schiefer	Dachschiefer	14—15 m blauer Schiefer	Dachschiefer	15 m blauer Schiefer
h	Dachschiefer	0,5 m Bastard (Halberich)	Dachschiefer	0,5 m Bastard (Halberich)	Dachschiefer	Noch nicht aufgeschlossen
i	Dachschiefer	5 m dunkler Schiefer	Dachschiefer	6—8 m dunkler Schiefer	Dachschiefer	? dunkler Schiefer
k	Bordenschiefer		Bordenschiefer			Bordenschiefer

Die Unterscheidung der einzelnen Schieferarten in „blauen“ und „dunklen“ Schiefer ist für den Laien im Handstück nicht möglich, dagegen leicht, sobald der Schiefer mit einem härteren Gegenstand geritzt wird. Der blaue Schiefer gibt einen hellen Strich (wie auf der Schiefertafel), der „dunkle Schiefer“ dagegen einen dunklen Strich.

Der untere Culm beginnt mit dem „Rußschiefer“ (Liebe). Dieser Name gilt aber nicht unbeschränkt; so bezeichnet Zimmermann[15]) die unterste Stufe als „dunklen Schiefer“. Gegen die letzte Bezeichnung ist einzuwenden, daß sie in Thüringen von den Schieferbruchbesitzern ganz allgemein für das jüngste Glied der Dachschieferzone gebraucht wird, während man die ältesten unbrauchbaren Schiefer „schwarze Schiefer“ nennt. In der untersten 1 m mächtigen Zone sind nach Lehder[16]) bei Lehesten die bekannten Phosphoritkonkretionen eingestreut. Dann aber geht dieser Schiefer allmählich in den brauchbaren Dachschiefer, „halbdunklen Schiefer“, über. Es ergeben sich daher für die Mächtigkeit des „Rußschiefers“ oder „schwarzen Schiefers“ veränderliche Zahlen, denn die Brauchbarkeit des Schiefers scheint teils früher, teils später zu beginnen, wie die obige Tabelle recht deutlich beweist.

Der „halbdunkle Schiefer“ bildet ein Übergangsglied zu den „blauen Kiesen“. Wie der Name bereits andeutet, enthält dieser Schiefer noch reichlich Schwefelkies, bemerkenswert ist jedoch für diese „blauen Kiese“, daß der Schwefelkies nicht so sehr fein verteilt als in bis haselnußgroßen Knauern auftritt. Östlich Probstzella werden die blauen Kiese nicht abgebaut.

Der wertvollste Teil des Dachschieferlagers beginnt mit dem „blauen Schiefer“. Sowohl der Übergang von den „blauen Kiesen“ zum blauen Schiefer als auch zwischen den nun folgenden Schieferarten ist stets sehr deutlich abgegrenzt. Zwar ist zwischen dem „blauen Schiefer“ und dem letzten Gliede, dem „dunklen Schiefer“, als Bindeglied ebenfalls eine schwache Zone halbdunklen Schiefers, „Bastard“ oder „Halberich“, eingelagert, aber schmale Quarz- und Schwefelkiesschichten (Wände genannt) bilden scharfe Grenzen (vgl. Fig. 2).

Die „1. Kieswand“, die „1. und 2. Kalkwand“ sind ca. 1 cm starke Quarzbänkchen; die „Bastardwand“, die „dunkle Wand“ und die „Bordenwand“ sind nur etwa 2—4 mm stark und bestehen aus Schwefelkies.

[15]) Zimmermann: Geologie Meiningens, S. 367.

[16]) Lehder: Die Phosphoritkonkretionen des Unteren Culms in Ostthüringen und dem Vogtland, S. 97.

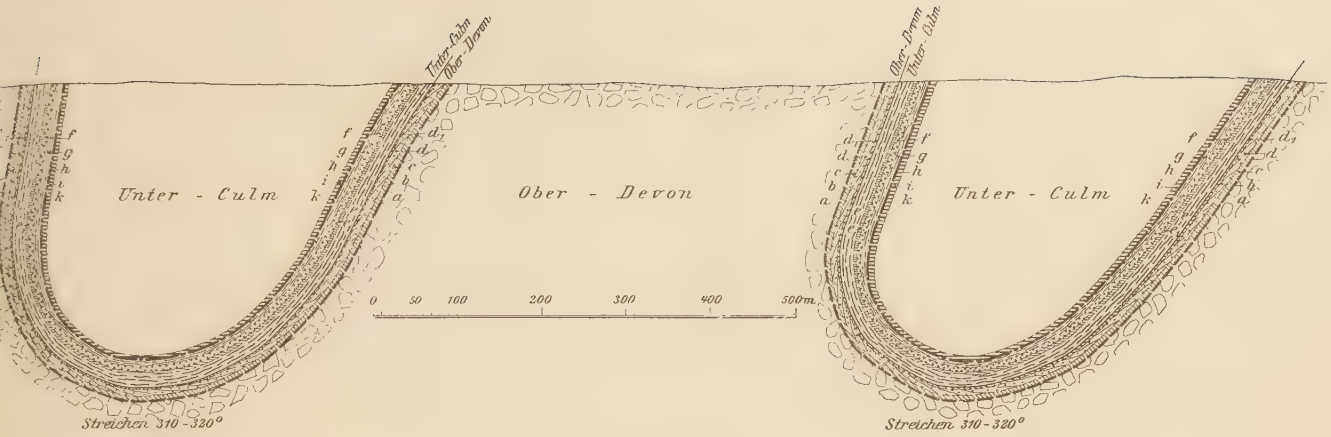

Fig. 1.
Kolditzberg, vom Schieferbruch „Seelig“ aus gesehen (Idealprofil).

Ober-Devon:
- a = Oberdevonischer Knotenkalk.
- b = 0,3 m stark zerriebener schwarzer Schiefer.
- c = 5 m starke Quarzitbank.
- d = 7—8 m Clymenienschiefer mit Kalkknoten.
- d_1 = (Venusta) = Cypridinenschiefer (geringe [?] Mächtigkeit).

Unter-Culm:
- e = 12—17 m Rußschiefer in schwarzen Schiefer übergehend.
- e_1 = 3 m halbdunkler Schiefer.
- f = 5 m blaue Kiese.
- g = 8 m blauer Schiefer.
- h = 0,5 m Bastard (Halberich).
- i = 5 m dunkler Schiefer.
- k = Bordenschiefer.

Brauchbarer Dachschiefer

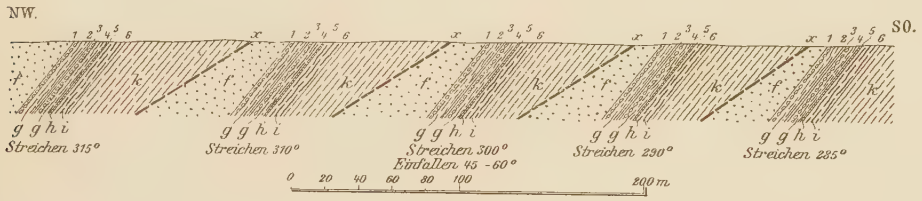

Fig. 2.
Schieferbruch „Ausdauer“ bei Probstzella.

- f = blaue Kiese.
- g = 14—15 m blauer Schiefnr.
- h = 0,5 m Halberich oder Bastard.
- i = 6—8 m dunkler Schiefer.
- k = Borden.
- 1 = Kieswand.
- 2 = 1. Kalkwand.
- 3 = 2. Kalkwand.
- 4 = Bastardwand.
- 5 = dunkle Wand.
- 6 = Bordenwand.
- x = Kluft (Schwarte).

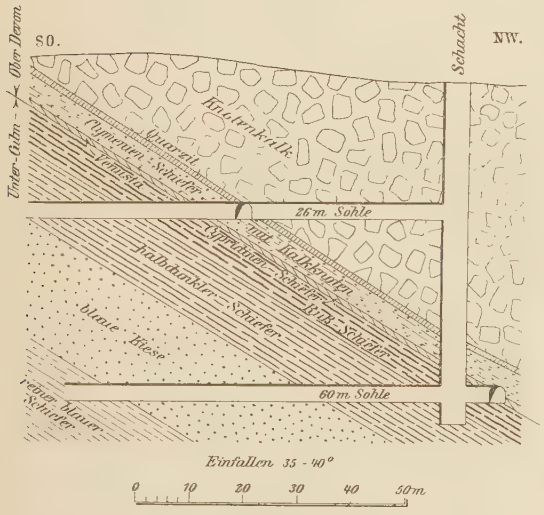

Fig. 3.

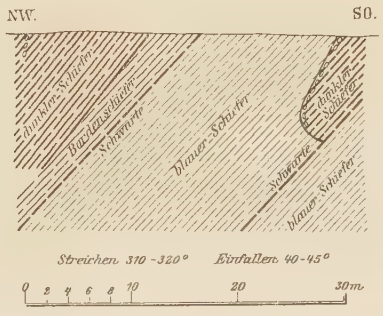

Fig. 4.

„Friedrichsbruch“ bei Lehesten.

Der über dem Dachschieferlager in einer noch unbekannten, ziemlich beträchtlichen Mächtigkeit lagernde Bordenschiefer, ist in den einzelnen Vorkommen nicht gleichmäßig ausgebildet. Er verdankt seinen Namen den „Borden", d. h. hellen, kieselsäurereicheren Streifen, welche auf den Schieferungsflächen hervortreten. Diese Streifen geben die Schichtung an, denn sie beruhen auf einem Wechsel im Material. Die Angabe Zimmermanns[17]), daß sie zu Fußbodenbelagplatten usw. Verwendung finden, stimmt für das Loquitztal und zum Teil auch für Lehesten. Östlich Probstzella aber spaltet der Bordenschiefer nicht, vielmehr sind aus den helleren Streifen schmale unschieferbare Bänke von Quarzit geworden. Die eingelagerten dünnen Tonschieferbänke sind zwar transversal geschiefert, aber an den Schichtfugen zwischen Tonschiefer und Quarzit findet ein deutlicher Zerfall statt.

Über die weitere Gliederung des Culms fehlen nähere Angaben, und es wird noch emsige Arbeit erfordern, bis diese, sicher weit über 1000 m mächtige Schichtenreihe vollständig untersucht worden ist.

I. Das Auftreten der transversalen Schieferung in den einzelnen Formationen.

Cambrium.

In den beiden untersten Stufen des Cambriums (p und pcb) sind die Phyllite mit ihren Abänderungen oft bis ins kleinste gefältelt, lassen also auf einen außerordentlich starken Seitendruck schließen; dennoch ist es nur in seltenen Fällen möglich, bei ihnen Anzeichen von transversaler Schieferung zu bemerken. Loretz[18]) glaubt, daß die kleinen Verschiebungen, von denen die engen Falten und Fältchen in der Richtung ihrer Mittelebene getroffen sind, als transversale Schieferung aufgefaßt werden können, mindestens als eine Vorstufe zu ihr. Da die Phyllite mehr oder weniger gut nach der Schichtung spalten, und diese fast stets ungefähr im Streichen und Fallen mit der Richtung der transversalen Schieferung in den übrigen Formationen übereinstimmt, so kann zu der obigen Ansicht von Loretz nur schwer Stellung genommen werden.

Typisch für zahlreiche Phyllite ist jedenfalls eine äußerst zarte Riffelung auf ihren Schichtflächen, ähnlich derjenigen, welche durch die Einwirkung der transversalen Schieferung auf die Schichtflächen des unter-

[17]) Zimmermann: Geologie Meiningens, S. 368 u. 369.

[18]) Loretz: Zweite Arbeit, S. 265 a. a. O.

silurischen Griffelschiefers teilweise erzeugt worden ist. An einigen Handstücken war auch die Beobachtung zu machen, daß gleichlaufend mit dieser Riffelung eine untergeordnete Spaltbarkeit quer zur Schichtung (transversale Schieferung?) vorhanden war. Leider ließen sich nirgends im anstehenden Gestein Messungen über die Streichrichtung dieser Spaltbarkeit machen.

Angesichts der Tatsache, daß die transversale Schieferung in den ersten beiden Zonen so selten auftritt, erscheint es doppelt bemerkenswert, daß in der nun folgenden Stufe cb im oberen Cambrium die Schieferung wohl am deutlichsten ausgeprägt ist.

Da die Schieferung in einer Verschiebung der einzelnen Teilchen des Gesteins besteht, dergestalt, daß sich diese in Ebenen senkrecht zur Druckrichtung eingestellt haben, so ist naturgemäß der weiche Tonschiefer am vollkommensten geschiefert. Aber selbst der oft klingend harte Quarzit ist in dieser Stufe von der transversalen Schieferung berührt worden. Gelingt es uns, in einem Aufschluß größerer Längserstreckung die Ausbildung der Schieferung zunächst im Tonschiefer und allmählich übergehend bis in den Quarzit zu verfolgen (Straße Steinach bis Steinheid), so bemerken wir, daß die anfangs recht vollkommene Spaltbarkeit in gleichem Maße abnimmt, wie das Gestein härter wird. Die anfangs blätterartige Schieferung weicht allmählich einem Zerfall in immer stärkere Platten, und dort, wo im frischen anstehenden Gestein keine Spaltbarkeit mehr zu erkennen ist, kann sie durch angehende Verwitterung nochmals hervortreten.

Die Ausbildung der Schieferung im Quarzit und in Gesteinen größerer Härte überhaupt hängt wesentlich mit von ihrer Mächtigkeit ab. Bänke geringerer Mächtigkeit pflegen meist eine recht deutliche Spaltbarkeit aufzuweisen; in größeren Massen jedoch zeigt sich die Schieferung nur an den Rändern ziemlich vollkommen ausgebildet (Steinheid bis Theuern) und nimmt nach der Mitte zu beständig ab. Ganz vorzüglich läßt sich diese Erscheinung auch in einem Steinbruch an der Straße Neuhaus — Katzhütte beobachten. In einer ca. 50 m mächtigen „Einlagerung von Porphyroid" ist die Schieferung an den Grenzen scharf ausgeprägt, tritt aber nach der Mitte zu schnell zurück. So ist der Quarzporphyr an den Rändern völlig in einen schiefrigen „Gneis" umgewandelt, unterscheidet sich aber im Kern durch die Anordnung der Mineralien und durch seine regellosen Klüfte nicht von jedem anderen Eruptivgestein.

Obwohl nun im Cambrium die Gesteine in ihrer Härte so außerordentlich wechseln, habe ich wiederholt bei allmählichem Übergang vom Tonschiefer zum Quarzit — oder umgekehrt — bemerken können, daß die Richtung der Schieferungsebene im Streichen und Fallen die gleiche oder fast die gleiche blieb.

War der Übergang zwischen beiden Gesteinen dagegen ein plötzlicher, insbesondere bei Wechsellagerung von Quarzit und Tonschiefer (Straße Neuhaus — Katzhütte), so fand auch eine schon mit bloßem Auge wahrnehmbare Ablenkung der Schieferung statt. Solche Beispiele sind besonders zahlreich im Culm und sollen daher auch erst bei der Besprechung dieser Formation näher beleuchtet werden.

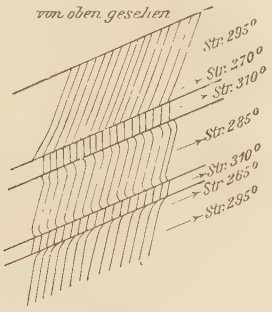

Fig. 5.

Nicht immer erklärt sich eine solche Ablenkung sichtbar durch den Wechsel in der Härte der Gesteine. Oberhalb Unter-Weißbach an der scharfen Biegung der Straße nach Ober-Weißbach (Blatt Königsee) ist im cambrischen Tonschiefer eine solche Ablenkung gemessen (siehe obenstehende Skizze). Hier gelang es nicht, einen Unterschied in der Härte des auch äußerlich gleichen Tonschiefers festzustellen, und es erscheint daher nicht unmöglich, daß auch bereits vorhandene Klüfte ebenfalls zu einer solchen Ablenkung beitragen können. Ähnliche Beobachtungen wurden wiederholt gemacht.

Durch den Wechsel in der Härte des Gesteins wird noch eine andere Erscheinung bedingt, nämlich das von Loretz[19]) betonte „Abstoßen“ (richtiger wohl Umbiegen) der Schieferung in unmittelbarer Nähe nichtschieferbarer härterer Gesteine.

Wie das nebenstehende Profil zeigt, ist die Biegung in der Nähe des Widerstandes am größten. Auf der anderen Seite der härteren Bank verläuft die Schieferung noch ein Stück in derselben Richtung und kehrt dann mit gleichem, aber entgegengesetzt verlaufendem Bogen in die alte Richtung zurück. Ein solches Umbiegen macht sich im Durchschnitt etwa 40 cm nach jeder Seite bemerkbar. Verhältnismäßig häufig tritt diese Erscheinung an sekundären, mit Quarz ausgefüllten Aufreißungsspalten auf

$$\left(\text{Weggabelung Wallendorf} < \begin{matrix}\text{Taubenbach}\\ \text{Piesau}\end{matrix}\right).$$

Daneben ist bei diesen meist kleinen Quarzgängen auch wohl noch eine untergeordnete Spaltbarkeit parallel zum Gange zu beobachten, die sich nur bis auf höchstens 30 cm in den Tonschiefer erstreckt.

Mit Rücksicht auf das abweichende Verhalten des Tonschiefers im Culm soll hier betont werden, daß zwischen Quarzit eingelagerte Tonschieferbänke geringer Mächtigkeit in seltenen Fällen transversal geschiefert sind, sondern parallel zur Schichtung spalten (Straße Schwarzburg—Sitzendorf). Nur in einem Falle, an der Straße Neuhaus—Katzhütte, zeigte der zwischen Quarzit eingelagerte Tonschiefer transversale Schieferung, und diese war in der Nähe des Quarzits nicht umgebogen.

Die in dieser Zone auftretenden Porphyroide und Amphibolite sind durch seitlichen Druck geschiefert worden. Die dabei erlittene Veränderung ist so bedeutend gewesen, daß man erst vor nicht zu langer Zeit mit Hilfe des Mikroskopes ihren eruptiven Charakter erkannt hat[20]). Bereits früher wurde auf einen besonders schönen Aufschluß von geschiefertem Porphyr in einem Steinbruch im Bärentiegel an der Straße Neuhaus—Katzhütte hingewiesen.

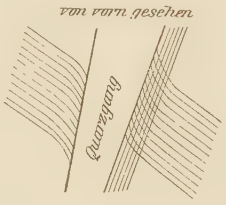

Fig. 6.

Im oberen Cambrium ist zeitweise ein Zerfall in Scheite und Stengel zu beobachten, so z. B. gegenüber dem Schweizerhäuschen im Schwarzatal und besonders schön in einem Wetzsteinbruch, 2 km westlich des Lauensteins. Diese der Griffelschieferung verwandte Erscheinung beruht auf einer zweiten Spaltbarkeit nach der Schichtung. Auch

[19]) Loretz: Erste Arbeit, S. 67 a. a. O.

[20]) Max Koch hat sie eingehend mikroskopisch untersucht, und seine Beobachtungen gibt Loretz bei der Erläuterung des Blattes Groß-Breitenbach wieder.

doppelte Schieferung ist im Cambrium zahlreich vertreten. Die Schieferungen schneiden sich stets unter recht spitzem Winkel und fallen in der Regel mit ungefähr gleichem Winkel nach Norden ein.

Silur.

Untersilur ($s_1 \alpha$).

Der durch seine Verwendung zu Schreibgriffeln in volkswirtschaftlicher Beziehung so wichtige Griffelschiefer ($s_1 \alpha$) hat stets auch die wissenschaftliche Aufmerksamkeit auf sich gelenkt. Insbesondere bereitete die Erklärung der doppelten Schieferung große Schwierigkeit, und eine allgemein befriedigende Lösung der Frage ist bisher noch nicht gefunden worden. Naturgemäß übte daher diese Erscheinung doppelte Anregung aus, und es sollen die gesamten Beobachtungen am Schluß der Arbeit wiedergegeben werden.

Die doppelte Schieferung ermöglicht die Verarbeitung des Griffelschiefers zu Schreibgriffeln. Der Schiefer wird besonders in der Umgebung von Steinach und Spechtsbrunn, zum Teil auch in einigen kleineren Brüchen nördlich Gräfenthal (Blatt Schwarzburg) abgebaut.

Die Bergleute bezeichnen die Hauptspaltfläche des Griffelschiefers als „Spaltseite“ und die zweite, untergeordnete Schieferungsfläche als „Klarseite“. Diese beiden Ausdrücke sollen im weiteren Verlauf der Arbeit beibehalten werden. Bezüglich der Lage dieser Schieferungsfläche zur Schichtung lassen sich 3 Fälle unterscheiden:

1. Keine Schieferung fällt mit der Schichtung zusammen,
2. die Spaltseite entspricht der Schichtung,
3. die Klarseite entspricht der Schichtung.

Da beide Schieferungen nicht von der Lage der Schichten abhängig sind, so können die angeführten Fälle naturgemäß auch auf beschränktem Gebiet gleichzeitig vorkommen. Das trifft aber wohl selten zu, und für jede Gegend pflegt ein bestimmter Fall vorzuherrschen. So spaltet am Fellberg bei Steinach der Griffelschiefer am besten unabhängig von der Schichtung, dagegen fällt die Klarseite mit dieser zusammen. In den Schieferbrüchen am Steinheider Berg waren beide Spaltbarkeiten unabhängig von der Schichtung. In den Griffelbrüchen am Gr. Tierberg entsprach wiederum die Klarseite der Schichtung, ebenso in den Brüchen bei Groß-Neundorf und Pippelsdorf. In den beiden nördlichsten fiskalischen Brüchen auf Blatt Spechtsbrunn entsprach die Spaltseite der Schichtung; die Klarseite wurde erst „probiert“, d. h. man schlug mit dem Fäustel von dem Schiefer eine Ecke ab.

Da der blauschwarze Griffelschiefer meist aus völlig homogenem Material besteht, so ist die Schichtung häufig nur aus einer typischen Riffelung einzelner seltener Schichtflächen oder aus der Lage der „Kieskälber“ zu entnehmen. Leichter ist die Lagerung zu erkennen, wenn einzelne hellere kieselsäurereichere Streifen — die „Jahre“ — den dunklen Tonschiefer bändern. Sie sind besonders breit und deutlich an der Grenze zum Cambrium ausgebildet und nehmen allmählich nach oben zu ab. Eine scharfe Grenze zwischen Cambrium und Untersilur gibt es am Fellberg nicht. Der graugrüne Tonschiefer des oberen Cambriums nimmt erst eine rötliche Färbung an und wird dann allmählich immer dunkler. Der „rötliche“ Schiefer spaltet auch schon griffelig, wird aber wegen seiner Härte nicht zu Griffeln, sondern zu Walzen für die elektrische Industrie verarbeitet.

Die Herstellung der Griffel geschieht heute in den großen herrschaftlichen Schieferbrüchen mit elektrisch angetriebenen Maschinen. Sobald die großen Platten aus dem Bruche in die Hütte kommen, werden sie mit Kreissägen zunächst in Stücke von der Länge der Griffel zerschnitten. Die Stücke werden nach der Klarseite in dünne Platten von der Stärke der Griffel gesägt, und diese Platten werden durch zwei gegeneinander bewegte Messer nach der Spaltseite gespalten.

Die runde Form erhält dann der Griffel, indem er einen kleinen Hohlzylinder mit scharfer Schneide passiert. Auf einen in horizontaler Richtung bewegten Kolben werden bei jedem Hub abwechselnd nach jeder Seite zirka 6 rohe Griffel in entsprechende Rillen gelegt. Der Kolben preßt dann bei jedem Hub diese 6 Griffel durch die Hohlzylinder (Kaliber). Jede Maschine kann täglich bis 50000 Griffel herstellen.

Sofern das Zersägen der Stücke nicht genau nach der Klarseite erfolgt ist, oder fremde Einlagerungen sich im Griffel befinden, zerbricht er bei der Herstellung, oder er wird rauh und unverkäuflich.

Einlagerung von Chamosit und Thuringit.[22])

Der Thuringit ist ein chloritähnliches Tonerdesilikat mit einem Gehalt von 15,45 Proz. Fe_2O_3 und 33,10 Proz. FeO

[22]) Zalenski: Beilage zum Neuen Jahrbuch f. Mineralogie, Geologie u. Paläontologie, Bd. XIX, Seite 52 und 57.

(nach Loretz). Er kommt in zwei Zonen im Untersilur vor und wird bei Schmiedefeld (Blatt Gräfenthal) bergmännisch gewonnen.

„Der Thuringitschiefer von Schmiedefeld ist im Handstück olivengrün bis fast schwärzlichgrün, sehr feinschuppig oder etwas schuppig-körnig und in einer Richtung deutlich spaltbar. In Dünnschliffen parallel der Schieferung erscheint ein Aggregat zarter dünner Blättchen in vollkommen krystallinischem Gefüge. Wegen der sehr innigen Verschränkung sind hier krystallographische Umrisse der einzelnen Blättchen nur selten zu beobachten, aber in Präparaten senkrecht zur Schieferung tritt die Zusammensetzung der Blättchen aus einzelnen zarten Lamellen deutlich hervor, wozu sich mitunter auch die Grenzen der Krystallflächen gesellen.

Neben den gewöhnlichen feinschuppigen Aggregaten bildet der Thuringit auch innerhalb derselben Oolithe. Diese zeigen in den Schnitten senkrecht zur Schieferung übereinstimmend in die Länge gezogene Ellipsen mit der kurzen Achse senkrecht zur Schieferung; in den Präparaten parallel der Schieferung ebenfalls elliptische Umrisse.“

Die Oolithe müssen teilweise über Walnußgröße erreicht haben, einzelne besitzen noch Kugelgestalt, die meisten sind parallel der Schieferung flach gedrückt und in einer Richtung in größerem oder geringerem Maße gestreckt.

Je mehr der Thuringitschiefer an Eisengehalt abnimmt, um so besser spaltet er. Doch verschwindet die Schieferung niemals ganz.

Die Tatsache, daß der Thuringit geschiefert ist, beweist auch, daß die Bildung der Oolithkörner vor dem Obercarbon erfolgte.

($S_1 \beta$) Der schwarze bis blaugraue Schiefer der nächstoberen Zone spaltet fast ausnahmslos in Platten. Das ganz außergewöhnlich homogene Gestein zeigt in den allerseltensten Fällen irgendwelche Merkmale, die mit Sicherheit die Schichtung erkennen ließen. Es ist daher auch nur selten genau festzustellen, ob die fast immer ziemlich vollkommene Spaltbarkeit Querschieferuug oder Schichtschieferung ist. Das fast immer nordwestlich gerichtete Einfallen, auch die oft ganz in der Nähe in anderen Formationen gemachten einwandfreien Messungen, schließlich das nach der Lagerung oft unzweifelhaft zu erwartende südliche Einfallen der Schichten, schließen bei vielen Messungen jeden Zweifel aus, daß es sich um Schichtung handelt.

Ähnlich wie im oberen Cambrium ist auch in dieser Zone eine doppelte Schieferung häufiger, besonders im Schwefelloch westlich Schmiedefeld (Blatt Gräfenthal).

(S_2) In den Graptolithen- und Kieselschiefern des Obersilurs wurde keine transversale Schieferung bemerkt. Bei den Kieselschiefern erklärt sich diese Tatsache genügend durch das feste Gestein, dagegen spaltet der Graptolithenschiefer so vollkommen nach der Schichtung, daß das völlige Fehlen der transversalen Schieferung befremdend ist.

($S_3 \alpha$) Nach Loretz ist auch der obersilurische Ockerkalk von der transversalen Schieferung unberührt geblieben. Dieser Irrtum erklärt sich wohl damit, daß Loretz nur das Vorkommen zwischen Gräfenthal und Taubenbach vor Augen hatte. Dort ist zwar die Schieferung auch angedeutet, aber nur sehr schwach entwickelt.

Eine auffallend vollkommene Ausbildung der Querschieferung im Ockerkalk ist in einem kleinen Steinbruche am Ostausgang des Dorfes Ottendorf an der Straße nach Lehesten zu beobachten. Die sehr dicht nebeneinander liegenden Ockerkalkknoten sind mit der Längsachse vollkommen in der Richtung der Schieferung orientiert und teilweise sehr lang gezogen. Eine ebenfalls recht ausgeprägte transversale Schieferung im Ockerkalk wurde noch bei Ludwigstadt, ferner nördlich Hämmern (auf Blatt Steinheid) und östlich von Steinbach a. H. (Blatt Probstzella) sowie nördlich von Lehesten bemerkt.

In den oberen Graptolithenschiefern ($S_3 \beta$) ist keine transversale Schieferung ausgebildet.

Devon.

Mitteldevon (t_1).

Sowohl im Tonschiefer des Mitteldevons als auch im Knotenkalk dieses Horizontes tritt die transversale Schieferung nur untergeordnet auf. Meist spaltet der Tonschiefer nach der Schichtung, oder er zeigt neben einer recht vollkommenen ursprünglichen Schieferung eine weniger deutliche Querschieferung. Wo diese beiden Spaltbarkeiten entgegengesetztes Einfallen haben, findet ein griffelförmiger Zerfall statt. An einigen Stellen, zum Beispiel Franzosenbruch, südwestlich Ludwigstadt in Bayern wird der Tentakulitenschiefer als Dachschiefer abgebaut. Zahlreiche verlassene Schieferbrüche legen Zeugnis davon ab, daß der Schiefer dieses Horizontes als Dachschiefer wenig geeignet ist, anscheinend ist er ziemlich weich und verwittert zu schnell.

Auch der dunkle Tonschiefer (früher Mitteldevon) (t_2) ist nur äußerst selten trans-

versal geschiefert und findet keinerlei technische Verwendung.

Um so auffallender muß es erscheinen, daß der oberdevonische Tonschiefer (t_3) sehr häufig stark geschiefert ist; besonders tritt dies in den oberdevonischen Knollen- oder Knotenkalken hervor. Loretz hat die Ausbildung der Schieferung im Knotenkalk in seiner zweiten Arbeit sehr ausführlich beschrieben und auch einige recht klare Abbildungen gegeben.

Seiner Ansicht, daß die Schieferung in den Knotenkalken um so besser ausgebildet ist, je mehr die einzelnen Kalkknoten durch ein toniges Bindemittel getrennt sind, stehen einige Beobachtungen entgegen. Sehr wesentlich scheint dagegen die Mächtigkeit des Knotenkalkes auf den Grad der Vollkommenheit von Einfluß gewesen zu sein. So kann man in einem Steinbruche an der Straße Gräfenthal—Probstzella beobachten, daß die Schieferung an der nordwestlichen Seite des Bruches nach den Grenzschichten des Knotenkalks zu allmählich vollkommener wird, dagegen nach der anderen Seite vollständig verschwindet.

Ein ähnliches Verhalten zeigen auch die im Devon zahlreich eingelagerten Diabase. Auch hier war in den Grenzschichten die Schieferung häufig recht gut ausgebildet und verlieh dem Diabas ein tuffartiges Aussehen. Da die Spaltbarkeit im Streichen und Fallen auf größere Strecken recht beständig war und mit der allgemeinen Streichrichtung im Tonschiefer übereinstimmte, so bestand kein Zweifel, daß es sich um transversale Schieferung handelte.

Culm.

Unterer Culm (c_1).

Im unteren Culm ist die Schieferung sehr vollkommen ausgebildet. Dies gilt besonders für die Zone des Dachschiefers, die zwar an Mächtigkeit kaum 25 m überschreitet, dafür aber über eine große Fläche in geringer Teufe aufgeschlossen ist. Der Schiefer ist blauschwarz bis tiefschwarz und spaltet in großen Platten. Er wird in 29 Dachschieferbrüchen gewonnen. Früher waren diese Schiefergruben ausschließlich Tagebaue. Um aber nicht unnötig viel wertlosen Abraum auf die Halde stürzen zu müssen, sind die meisten Schieferbruchbesitzer zum Tiefbau übergegangen. Der Schiefer wird in Platten von 5—10 cm Mächtigkeit gebrochen und außerhalb des Bruches in den Spalthütten mit Meißel und Span gespalten. Diese werden in bergfeuchtem Zustande mittels vertikal stehender Scheren, deren einer Arm festliegt, in die gewünschten Formen zerschnitten. In diesen 29 zurzeit im Betriebe befindlichen Brüchen wurden im Jahre 1907 ca. 41000 Tonnen = 410000 Ctr. Dachschiefer gewonnen. Sie stellten einen Verkaufswert von 2500000 M. dar. An Arbeitern wurden ca. 2200 Mann im Winter und Sommer beschäftigt.

Zum Teil zeigt der Schiefer des unteren Culms auch Griffelstruktur, so besonders in der von Loretz kartierten obersten Zone auf Blatt Steinheid und Spechtsbrunn. Diese Zone ist ca. 100 m breit und hat sowohl bei Steinach als auch südlich Lichtenhain (Spechtsbrunn) Anlaß zu Griffelschieferbrüchen gegeben. Die doppelte Spaltbarkeit ist teilweise so vollkommen, daß zum Beispiel bei Wiefelsburg (westlich Steinach) durch die Verwitterung ein solch ausgeprägter Zerfall in Griffel stattfindet, wie man ihn selbst im untersilurischen Griffelschiefer nicht oft bemerkt. In den meisten Fällen wird aber bei der Herstellung der Griffel der Schiefer nach der untergeordneten Spaltbarkeit gesägt, und es scheint, als ob sich das Material, welches beide Spaltbarkeiten recht vollkommen zeigt, nicht zur Herstellung der Griffel eignet. Bemerkenswert ist auch, daß in dieser Zone die Griffelbrüche dicht neben den Dachschieferbrüchen liegen, ja zum Teil (südlich Lichtenhain) fast ineinander übergehen.

Das Streichen der Falten ist im Culm ein sehr regelmäßiges erzgebirgisches, und dementsprechend ist auch der Winkel mit der Schieferungsebene fast immer ein sehr spitzer, 5—20°. Nach Ansicht einiger Schieferbruchbesitzer soll der Schiefer um so besser sein, je spitzer der Winkel ist, unter dem Schieferung und Schichtung sich schneiden.

Auch Heim[24]) hat Beobachtungen über die Ausbildung der transversalen Schieferung im Zusammenhang mit dem Winkel zwischen Schieferung und Schichtung gemacht. Er behauptet, anscheinend im Gegensatz zu obiger Erfahrung, daß im Gebiete der Glarner Schiefer die Transversalschieferung meistens da am deutlichsten ausgebildet ist, wo sie mit der Schichtung einen steilen Winkel bildet, daß sie aber fast ganz verschwindet, wo Schichtung und Schieferung einen sehr spitzen Winkel bilden. Nach den Beobachtungen in Ostthüringen ist ein solch ausgeprägter Unterschied in der Spaltbarkeit in der Dachschieferzone des unteren Culms nicht zu beobachten. Nur für zwei Schieferbrüche südlich von Lehesten (Wachtersbruch und Örtelsbruch bei Röttersdorf), deren geolo-

[24]) A. Heim: S. 70 a. a. O.

gisches Alter infolge der unvollkommenen Gliederung des Culms noch nicht genau feststeht, könnte die Beobachtung Heims in beschränktem Maße zutreffen. Hier tritt äußerlich fast ausschließlich die Schichtung mit großen glatten Flächen hervor, und erst mit Hilfe von Hammer und Meißel gelingt es, den sonst recht brauchbaren Schiefer nach der transversalen Schieferung zu spalten. Der Winkel zwischen Schieferung und Schichtung ist sehr spitz und in beiden Brüchen ziemlich regelmäßig:

im Wachtersbruch:

Schichtung $\frac{305}{40}$ N—W Schieferung $\frac{315}{30}$ N—W

im Örtelsbruch:

Schichtung $\frac{310}{50}$ N—W Schieferung $\frac{315}{35}$ N—W

Die Schieferung macht sich hier nur für das bloße Auge weniger bemerkbar. In den übrigen Dachschieferbrüchen des unteren Culms ist die Schichtung dagegen meist vollkommen verwischt und oft nur aus der Lage der Kieskälber zu bestimmen. Unterschiede in der Spaltbarkeit sind für den Laien nicht erkenntlich.

Oberer Culm (c_2).

So einfach sich die Beziehungen zwischen Schieferung und Schichtung im unteren Culm gestalten, um so verwickelter sind sie im oberen Culm durch den beständigen Wechsel von Tonschiefer und Grauwacke.

Eine bisher noch nicht bekannte Erscheinung ist das völlige Fehlen der Transversalschieferung in den höheren Zonen des oberen Culms. Zwar hebt Loretz bereits hervor, daß die Schieferung sich im oberen Culm weniger geltend macht und in den „reineren Grauwackedistrikten wie in der Partie von Sonneberg über das untere Steinach- und Tettautal nach Stockheim und Rothenkirchen fast ganz fehlt“. Auf Grund meiner Beobachtungen hängt aber das Fehlen der Transversalschieferung nicht von dem häufigeren Vorkommen der Grauwacke ab, denn auch im oberen Culm dieser Gegend ist reichlich Tonschiefer vorhanden. Die transversale Schieferung nimmt vielmehr allmählich ab, je mehr man in südlicher Richtung nach Stockheim und Rothenkirchen wandert, also scheinbar in immer jüngere Schichten gelangt, und schließlich verschwindet sie vollständig. Diese Beobachtung läßt sich besonders gut im Tettautal machen.

Wenn man von Tettau aus nach Süden geht, so begegnet man anfangs noch deutlicher Spaltbarkeit. Zunächst erscheint es zweifelhaft, ob es sich um Schichtung oder um transversale Schieferung handelt, weil die Schichtung in dem homogenen Schiefer nicht zu erkennen ist. Dann läßt sich die Schieferung am Glasberg wieder sicher nachweisen, und nunmehr beginnt sie allmählich der ursprünglichen Schieferung (Schichtung) zu weichen. Im gleichen Maße wie die transversale Schieferung undeutlich wird, tritt die Schichtschieferung immer mehr hervor. Schließlich äußert sich die transversale Schieferung nur noch in einer Parallelklüftung und verschwindet dann vollständig ungefähr westlich Langenau.

Nach einer mündlich geäußerten Ansicht des Herrn Professors Dr. Zimmermann dürfte der Druck, welcher die transversale Schieferung erzeugt hat, in einem tieferen Horizont gewirkt haben, so daß er diese Schichten nicht mehr beeinflussen konnte.

Bereits in den oberen Schichten des unteren Culms, besonders aber im oberen Culm, ist die Wechsellagerung von Tonschiefer und Grauwacke resp. Quarzit eine auffallend häufige Erscheinung. Naturgemäß konnte hier die Schieferung nicht mehr auf größere Entfernung einen ungestörten Verlauf nehmen, denn wir haben bereits bei der Besprechung des Cambrium hervorgehoben, daß ein jäher Wechsel in der Härte der Gesteine fast stets auch mehr oder weniger bedeutende Ablenkungen der Schieferung mit sich bringt. Daß diese Ablenkungen nicht gleichmäßiger sind, dürfte sowohl durch die Härteunterschiede als auch durch die schwankende Mächtigkeit der einzelnen Tonschiefer- und Grauwackebänke bedingt werden. Wenn Loretz[25]) sich der Ansicht von D. Sharpe anschließt und behauptet, daß diese Ablenkung häufig 2—3°, selten bis 10° beträgt, so scheint er nur einen ganz bestimmten Fall im Auge gehabt zu haben. Es ist daher notwendig, auf die einzelnen Möglichkeiten näher einzugehen.

Als das einfachste Beispiel für eine solche Ablenkung wäre der sog. „Bordenschiefer“ des unteren Culms zu erwähnen; die hellen Streifen (Borden) besitzen infolge eines höheren Gehalts an Kieselsäure eine etwas größere Härte als die dunklen Teile. Eine Tafel solchen Schiefers bietet häufig keine ganz ebene Fläche, wie das umstehende Profil veranschaulicht, weil die Schieferung in den helleren Streifen einen anderen Einfallwinkel hat. Da dieser Winkel zwischen 2 und 8° schwankt, so hat Loretz vermutlich diesen Fall gemeint.

Viel größer sind dagegen die Ablenkungen bei der oben erwähnten Wechsellagerung

[25]) Loretz: S. 67 der ersten Arbeit.

von Tonschiefer und Grauwacke. Sie sind vorzüglich zu beobachten am rechten Saaleufer oberhalb Eichicht, wo die Böschung eines Fußweges eine Fülle von interessanten Aufschlüssen bietet. Hier beträgt der Unterschied zwischen dem Streichen der Schieferung im Tonschiefer und in der Grauwacke durchschnittlich 10—20°, im Einfallen sogar zuweilen bis 45°. Dabei findet gegen die Grenze der einzelnen Bänke kein allmählicher Übergang der Schieferungsrichtung statt, vielmehr gehen die Schieferungsebenen ganz scharf bis an die Schichtfugen, gleichsam als wollten sie in das andere Gestein eindringen.

Fig. 7.

Gewöhnlich ist der Einfallwinkel im Tonschiefer steiler als in der Grauwacke; nur einmal, bei einer flachen Lagerung der Schichten, war es umgekehrt.

In der nachstehenden Skizze ist die Schieferung so dargestellt, wie sie sich dem Auge zeigt, von oben und von vorn gesehen.

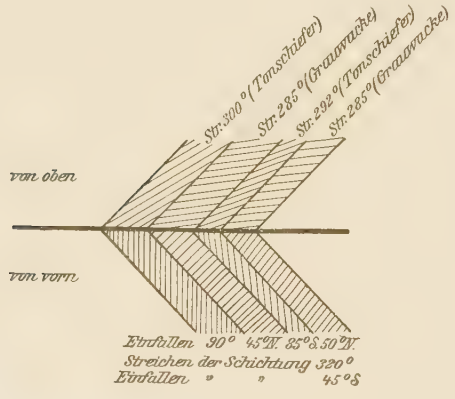

Fig. 8.

Angesichts der Tatsache, daß in den jüngeren Schichten des oberen Culms transversale Schieferung gänzlich fehlt, dürfte eine Beobachtung interessant sein, die in einem Gebiete gemacht worden ist, wo auf größere Entfernung transversale Schieferung auch im Tonschiefer nicht mehr bemerkt war. (Eine genaue Feststellung des Alters der Schichten war nicht möglich.) In der Umgebung Nordhalbens (Oberfranken) hatte ich wiederholt Gelegenheit zu beobachten, daß bei der Wechsellagerung von Grauwacke und Tonschiefer in schmalen Bänken der Tonschiefer eine von der Schichtung um einen kleinen, sehr regelmäßigen Winkel abweichende deutliche Spaltbarkeit aufwies, während die Grauwacke nicht geschiefert war. Obwohl die Streichrichtung der Schichten bei den einzelnen Messungen größere Abweichungen zeigte (bis 70°), blieb der Winkel mit der Spaltfläche des Tonschiefers stets gleich und betrug 10—20°. (Siehe Tab. I auf S. 30.) Fielen die Schichten nach Norden ein, so zeigte die Spaltbarkeit fast immer ein flacheres Einfallen, ebenfalls nach Norden gerichtet. Fielen die Schichten nach Süden ein, so war das Einfallen der Spaltbarkeit stets steiler und auch ein südliches. Da, wie bereits hervorgehoben wurde, in weiterer Umgebung selbst große Tonschiefermassen nur eine Spaltbarkeit nach der Schichtung zeigten, und auch die erwähnte abweichende Spaltbarkeit unter ähnlichen Verhältnissen nicht immer zu beobachten war, so muß sie als eine besondere Schieferungserscheinung aufgefaßt und erklärt werden.

II. Streichen und Fallen der Schieferung.

a) Die Lage zu den Himmelsrichtungen.

Nach den bisher veröffentlichten Arbeiten über die transversale Schieferung im ostthüringischen Schiefergebirge zeigt dieselbe eine bemerkenswerte Beständigkeit in ihrer Streichrichtung und verläuft in der Richtung NO—SW mit Abweichungen nach Nord und Ost in den Grenzen von 90°. Über den genauen Verlauf der Schieferung fehlt es jedoch an Angaben, abgesehen von einigen Eintragungen, die Loretz auf den Blättern Steinheid und Spechtsbrunn gemacht hat. Es erschien daher nicht ausgeschlossen, daß sich bei einem eingehenden Studium der Schieferung an der Hand zahlreicher Messungen einige das Verständnis der Schieferung fördernde neue Erscheinungen und Beziehungen bieten würden. 850 Messungen wurden zunächst auf den Blättern 1 : 25 000 eingetragen. Um aber auch der Arbeit eine Übersicht über die Messungen beifügen zu können, sind die wichtigsten von ihnen auf eine maßstäbliche Übersichtskarte eingezeichnet worden. Die Blätter 1 : 25 000 wie auch die gesammelten Beobachtungen und Tabellen sind dem Geologischen Institut der Universität Halle übergeben worden. Außerdem sind am Schlusse der Arbeit aus allen Formationen einige Messungen wiedergegeben (Tab. III—VI).

Die Streichrichtung der transversalen Schieferung verteilt sich auf das ganze Gebiet nach den gemachten Beobachtungen folgendermaßen:

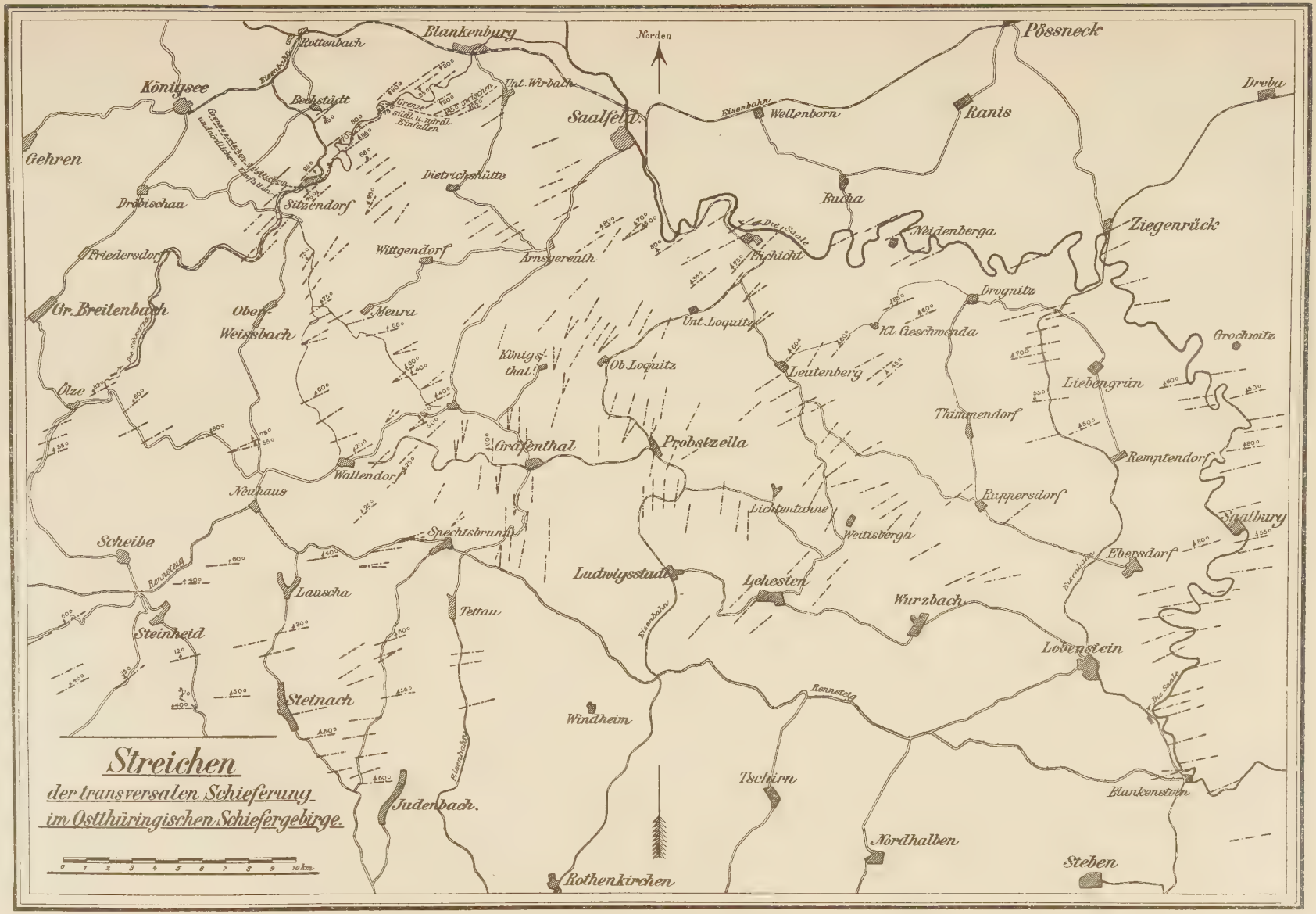
Streichen
der transversalen Schieferung
im Ostthüringischen Schiefergebirge.
Norden
Blankenburg
Rottenbach
Königsee
Bechstädt
Unt. Wirbach
Saalfeld
Pössneck
Dreba
Wellenborn
Ranis
Gehren
Dietrichshütte
Drognitz
Sitzendorf
Bucha
Ziegenrück
Friedersdorf
Wittgendorf
Arnsgereuth
Eichicht
Meuraa
Unt. Loquitz
Kl. Geschwenda
Grochwitz
Königsthal
Ob. Loquitz
Leutenberg
Liebengrün
Thimmendorf
Graefenthal
Probstzella
Remptendorf
Wallendorf
Neuhaus
Lichtentanne
Ruppersdorf
Saalburg
Scheibe
Spechtsbrunn
Weitisberga
Ebersdorf
Ludwigsstadt
Lehesten
Lauscha
Tettau
Wurzbach
Steinheid
Lobenstein
Steinach
Windheim
Tschirn
Blankenstein
Judenbach.
Nordhalben
Steben
Rothenkirchen

Fig 9.

260—279[26]	in 40	Fällen
280—289	- 108	-
290—299	- 98	-
300—309	- **115**	-
310—319	- 104	-
320—329	- 82	-
330—339	- 50	-
340—349	- 41	-
350—359	- 33	-
360—10	- 30	-

Wie sich aus den Zahlen zunächst ergibt, beträgt die Abweichungsbreite der Streichrichtungen etwas mehr als 90° (in den Grenzzahlen sind auch die Fälle eingeschlossen, wo die Abweichung noch etwas größer war, was besonders bezüglich der Nord—Süd-Richtung gilt). Die Richtung 260—279° (Ost—West) ist etwas häufiger vertreten, als es nach obiger Tabelle den Anschein hat. Im Osten des Gebietes herrscht nämlich diese Streichrichtung mit großer Beständigkeit vor, und daher sind dort nicht alle Messungen eingetragen. (Im übrigen verteilen sich die Messungen sehr regelmäßig über das ganze Gebiet.)

Als mittlere Streichrichtung ergibt sich nach obiger Tabelle ein Winkel, der um 5—10° in ostwestlicher Richtung von der NO—SW-Linie abweicht. Dieses Streichen ändert sich sehr schnell beim Übergang in die ostwestliche, dagegen langsam und auffallend gleichmäßig bei dem Übergang in die nordsüdliche Richtung.

Das nordsüdliche Streichen beschränkt sich fast ausschließlich auf die Umgegend von Gräfenthal—Königsthal, Probstzella—Lauenstein, Weitisberga—Lehesten; dabei entspricht seine Verbreitung ungefähr der Linie Königsthal, Probstzella—Weitisberga (siehe Übersichtskarte Fig. 9). Diese Linie steht ziemlich senkrecht zur Hauptstreichrichtung der Schieferung.

Da auch im Harz das Streichen der Schieferung unter 16 Messungen nur einmal um ein geringes (10° nördlich) von der Richtung 300—310° abweicht, so müßte der Druck nach der bestehenden Theorie in der Richtung 215—220° (also um 5—10° nördliche Abweichung von der Linie NW—SO) gewirkt haben.

Dieser Richtung entspricht auch das Streichen der Schieferung im Norden und Westen unseres Gebietes. Im Osten und Süden (Blatt Spechtsbrunn und Steinheid östlicher Teil) neigt die Schieferungsebene mehr zu einem ostwestlichen Streichen, und in der Mitte befindet sich die bereits erwähnte ca. 8 km breite Zone Königsthal—Weitisberga mit einer vorwiegend nahezu nordsüdlichen Streichrichtung.

Diese Ablenkung der Schieferungsebene dürfte aber nicht, wie das bisher immer geschehen ist, auf den Wechsel in der Härte des Gesteins oder auf verschiedene unabhängige Druckwirkungen, eventuell deren Komponenten, zurückzuführen sein. Die Schieferung müßte dann wohl ein viel ungleichmäßigeres Bild bieten, als dies in Wirklichkeit der Fall ist.

Als Beweis dafür, daß nicht durch die Härte des Gesteins jene Ablenkung in die Nord—Süd-Richtung erfolgt sein dürfte, wäre die bereits betonte außergewöhnlich regelmäßige Streichrichtung im Osten des Gebietes an der Saale hervorzuheben, trotzdem sich von Osten her mächtige Diabaszüge über die Saale schieben; auch wurde früher schon festgestellt, daß im oberen Cambrium bei allmählichem Übergang von Tonschiefer zum Quarzit wiederholt keinerlei Ablenkung der Schieferung stattgefunden hatte.

Da beide Erklärungen im Widerspruch mit einzelnen Beobachtungen in der Natur stehen, so sei es gestattet, den Versuch einer Erklärung auf einem neuen Wege zu machen:

Wie später bei dem Kapitel über Griffelschieferung noch ausgeführt werden wird, hat der Druck im Griffelschiefer neben der Schieferung auch ein Ausweichen der Massen in ziemlich horizontaler Richtung bewirkt. Nach den Untersuchungen Heims wie auch nach eigenen Beobachtungen hat selbst bei einfacher Schieferung im Tonschiefer anderer Formationen eine Pressung und ein Ausweichen der Massen senkrecht zum Druck stattgefunden. An einzelnen verzerrten Trilobiten aus dem Griffelschiefer kann man ungefähr berechnen, daß sie um die Hälfte ihrer Länge gestreckt sind. Wenn das Ausweichen des Tonschiefers im allgemeinen auch begrenzter war, so mußten die ausweichenden Massen ohne Frage einen nicht zu unterschätzenden Druck senkrecht zur Hauptdruckrichtung ausüben. Trat dieser sekundäre Druck überwiegend von Südosten auf, so mußte die Komponente mehr eine ostwestliche Richtung annehmen, und umgekehrt wurde sie mehr in eine nordsüdliche Richtung gedrängt. Im ersten Fall entsprach der neuen Druckrichtung ein mehr nordsüdliches Streichen der Schieferung wie auf der Linie Königsthal—Weitisberga, im zweiten Falle mehr ein ostwestliches Streichen, wie dies an der Saale entlang der Fall ist.

[26]) Die Zahlen geben die Streichrichtung in Graden an. Die Deklination (10° westlich) ist bei den obigen Zahlen bereits einkorrigiert. Wo dies nicht besonders betont wird, ist es nicht geschehen. Bei dem benutzten Kompaß sind die Himmelsrichtungen nicht vertauscht, auch laufen die Zahlen von 0—360 wie bei der Uhr (d. h. über Ost nach Süd und West).

Über das Einfallen der transversalen Schieferung schreibt Loretz[27]), daß es meist nordwestlich gerichtet ist, zum Teil auch nordnordwestlich, seltener westnordwestlich; ein Hinaustreten der Einfallrichtung aus dem Quadranten N—W findet nach seinen Beobachtungen überhaupt nicht statt.

Nach Liebe[28]) fällt die Schieferung in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle nach Nordwest bis Nordnordwest, in einer Minderzahl nach Südost bis Südsüdost ein.

Es dürfte von Interesse sein, daß dieses südliche Einfallen der Schieferungsebene sich nicht regellos über das Gebiet zerstreut, sondern nur im Norden unseres Gebietes auftritt und dort das nördliche Einfallen vollkommen verdrängt hat. Die Grenze zwischen beiden Einfallrichtungen wird ungefähr durch den Lauf der Schwarza von Sitzendorf abwärts gebildet (sie ist auf der Übersichtskarte eingezeichnet). Dieses veränderte Einfallen durch eine spätere Überkippung zu erklären, ist ausgeschlossen, da die Schichten mit 20—25°, also sehr flach nach Norden einfallen. Dieses südliche Einfallen der Schieferung im Norden unseres Gebietes gewinnt dadurch an Bedeutung, daß auch im Harz die Schieferung stets in südöstlicher Richtung einfällt[29]).

Auf eine andere Erscheinung ist noch hinzuweisen, deren Erklärung Schwierigkeiten bereitet.

Im Norden des Gebietes herrscht, abgesehen von dem südlichen Einfallen der Schieferung, allgemein ein steiles, oft senkrechtes Einfallen vor. Je mehr wir aber südwärts wandern, um so flacher wird dieses Einfallen und geht bis auf 12° herab (Steinheider Forst südlich von Steinheid). Im allgemeinen erreicht die Schieferung ihren flachsten Einfallwinkel in der Nähe des Rennsteigs. Weiter nach Süden wird das Einfallen zwar wieder etwas steiler, erreicht aber durchschnittlich nur den Winkel von 60°.

b) Verhältnis des Streichens der Schieferung zu dem der Schichtung.

Nach A. Heim[30]) fällt in den Alpen die Streichrichtung der Schieferung mit der der Schichtung zusammen und gibt sich nur durch das abweichende Einfallen als Querschieferung zu erkennen. In Thüringen hingegen weicht auch die Streichrichtung der Schieferung wesentlich ab von der der Schichtung; es ist selbst ausgeschlossen, irgend ein Abhängigkeitsverhältnis weder im Streichen noch im Einfallen festzustellen.

Eine andere Erscheinung aber fällt auf, wenn wir die Streichrichtung der Schichten formationsweise nach 4 Himmelsrichtungen trennen, wie es in dem folgenden Auszug aus meinen Messungen geschehen ist.

	SO—NW 200—249[31]) herzynisch	O—W 250—279	SW—NO 280—339 erzgebirgisch	N—S 340—19	
		Cambrium			
in	**26**	12	47	**17**	Fällen
		Silur			
in	2	10	15	2	Fällen[32])
		Devon			
in	—	2	**25**	1	Fall
		Culm			
in	4	15	**152**	12	Fällen

Während die Schichten im Devon und Culm fast ausnahmslos erzgebirgisch streichen, macht sich im Cambrium und auch im Silur das herzynische Streichen geltend.

Werfen wir daher einen kurzen Blick auf die Tektonik unseres Gebietes:

Durch die diskordante Lagerung einzelner Schichten des Devons auf denen des Silurs und neuerdings durch die Feststellung, daß das U. Devon fehlt, gab sich die Faltung der Erdrinde am Ende der Silurzeit zu erkennen. Nirgends findet sich aber ein Hinweis darauf, daß die Falten des Cambriums und des Silurs aus dieser Zeit der ersten Aufrichtung großenteils herzynisches Streichen haben, während die späteren, zur Zeit des Carbons entstandenen Falten fast ausschließlich erzgebirgisch streichen.

Es darf also wohl auch angenommen werden, daß bei der ersten vordevonischen Aufrichtung mehrere Druckkräfte vorhanden waren, und ferner, daß die von der SW—NO-Richtung abweichenden Falten ihre Entstehung wesentlich diesem ersten Faltungsprozeß verdanken dürften.

Da nun in Thüringen das Streichen der Schieferung bis auf unbedeutende Ausnahmen in erzgebirgischer Richtung verläuft, so erklärt sich auch die Tatsache, daß der Unterschied zwischen dem Streichungswinkel von Schieferung und Schichtung im Cambrium

[27]) Loretz: Zweite Arbeit S. 279.

[28]) Liebe: a. a. O., S. 42.

[29]) Diese Mitteilung verdankte ich zunächst Herrn Professor Zimmermann; bei einem gelegentlichen Besuche im Harz stellte ich an der Hand zahlreicher Messungen fest, daß das südöstliche Einfallen ausnahmslos seine Bestätigung fand.

[30]) A. Heim: a. a. O., Bd. II, S. 68.

[31]) Die westliche Deklination von 10° ist bei dieser Tabelle nicht berücksichtigt worden.

[32]) Die Zahl ist in Wirklichkeit höher, leider war eine sichere Feststellung der Schichtung zu selten möglich.

und Silur so bedeutend ist, dagegen im Devon und Culm durchschnittlich 10—20° beträgt.

Für die vorliegende Arbeit dürfte diese Feststellung aber auch insofern noch von Bedeutung sein, als Loretz versucht hat, das früher bereits erwähnte N—S-Streichen auf der Linie Königsthal—Weitisberga mit der zum Teil herzynischen Richtung der Falten in jenem Gebiet zu erklären. Er deutet an, daß der die Schieferung erzeugende Druck als eine Komponente der beiden Druckrichtungen aufzufassen sei, welche die erzgebirgische und herzynische Faltung bewirkt haben. Da die Zeitpunkte, in denen die beiden Faltensysteme entstanden, so außerordentlich zeitlich auseinander liegen, ist jene Begründung als ausgeschlossen zu betrachten. Auch die folgenden Messungen würden gegen solche Ansicht sprechen, denn aus ihnen geht hervor, daß gerade dort, wo die Schichten ein herzynisches Streichen haben, die Schieferungsebene nicht nördlich, sondern ostnordöstlich verläuft.

Schichtung (herzynisch)	Schieferung
215	260
22 N.	80 S.
240	292
25 N.	80 S.
225	310
30 N.	75 N.
215	295
50 S.	60 N.
230	270
20 N.	90 N.
250	290
40 S.	80 N.
250	280
15 N.	80 N.

(Mittlere Streichrichtung der Schieferung 300—310°).

Andererseits streicht meist die Schieferung in den Fällen nordsüdlich, wo die Falten das normale erzgebirgische Streichen aufweisen.

Im Devon und im Culm herrscht das erzgebirgische Streichen der Falten durchaus vor. Daraus erklärt sich zur Genüge der meist recht spitze Winkel zwischen Schieferung und Schichtung in diesen beiden Formationen.

III. Parallelklüftung.

Eine ähnliche Erscheinung wie die Schieferung ist die Parallelklüftung. Auch sie läßt sich als Folge eines seitlichen Druckes auffassen und besitzt auch sonst manche Beziehung zu der Schieferung; daher mag die Parallelklüftung hier im Zusammenhang erwähnt werden.

Nach Loretz[33]) ist sie eine Art von Parallelstruktur der Gesteine, bedingt durch die Flächen geringsten Zusammenhanges. Zum Unterschied von der Schieferung ist aber die mechanische Trennung dieser Fläche geringerer Kohäsion in den meisten Fällen schon erfolgt.

Kennzeichnend ist sowohl der Parallelismus der Flächen wie auch die Schärfe, mit der sie die Gesteine verschiedener Härte durchsetzen. Wie anderseits Liebe[34]) betont, soll der Verlauf der „Verwerfungsspalten" infolge der Verschiedenheit der Gesteine nicht so geradlinig sein wie in jüngeren Formationen, sondern gern Kurven oder aus Kurven mit Geraden gemischte Linien beschreiben. Das trifft zum Teil auf die oft viele Kilometer langen großen Verwerfungsspalten zu, nicht aber auf die in unserem Gebiet überaus zahlreichen Parallelklüfte und Verwerfungen kürzerer Längserstreckung. Auch Liebes Ansicht von dem erzgebirgischen Hauptstreichen der Klüfte deckt sich nicht mit den in Tab. VII angeführten zahlreichen Messungen.

Wenn wir die Messungen nämlich nach vier Himmelsrichtungen trennen, so ergibt sich folgendes Verhältnis:

1. Das Streichen ist ein ostwestliches (260—279°) bei 7,5 Proz.,
2. das Streichen ist SO—NW (herzynisch) (10—79°) bei 63,2 Proz.,
3. das Streichen ist N—S (350—9°) bei 13,3 Proz.,
4. das Streichen ist SW—NO (erzgebirgisch) (280 bis 349°) bei 16 Proz. aller Messungen.

In bezug auf die Richtung des Einfallens der Parallelklüftung wurde festgestellt, daß ungefähr zwei Drittel der Klüfte nach Norden einfallen. Der Einfallwinkel ist durchschnittlich steiler als der der Schieferung; er beträgt in einem Viertel der Fälle 90° und bei der Hälfte der Messungen 80—90°.

Bemerkenswerterweise kündigt in der Nähe größerer Verwerfungen meist schon einige Zeit vorher und noch hinterher das Hauptkluftsystem den Verlauf der Verwerfung an.

Die Klüftung erheischt neben dem wissenschaftlichen auch ein besonderes wirtschaftliches Interesse, da sie für den Schieferbergbau von großer Bedeutung ist. Der Bergmann muß ihr große Aufmerksamkeit widmen, denn einerseits bedingen die Klüfte oft einen vollständigen Wechsel im Material und bilden so die natürliche Abbaugrenze, andererseits sind sie eine große Gefahrenquelle für die

[33]) Seite 96 der ersten Arbeit.
[34]) Seite 50 a. a. O.

Arbeiter, da sie die Ursache plötzlicher Einbrüche bilden können. Im Örtelsbruch und auch im Friedrichsbruch bei Lehesten kann man auf einer etwas flach einfallenden Kluft[35]) die langsam gleitende Bewegung einer viele Tausende von Kubikmetern enthaltenden Schieferscholle im Laufe der letzten Jahre verfolgen.

Der Bergmann unterscheidet die Klüfte mit großem Verständnis und hat ihnen sehr bezeichnende Namen gegeben. Unter Anwendung dieser Namen sollen die Arten näher beschrieben werden.

Jene meist nur vereinzelt in den Brüchen auftretenden offenen Spalten, die schräg durch die Schichten streichen, einerlei ob sie auch eine Verwerfung bedingt haben, nennt der Bergmann „Schrägen".

Zahllos sind dagegen die meist geschlossenen parallelen Trennungsflächen oder Risse, die „Schnitte" heißen, weil das Gestein gleichsam durchschnitten wird. Sie verlaufen meist senkrecht zur Schieferung und liegen oft so dicht nebeneinander, daß sie einer Schieferung in der Grauwacke oder im Quarzit gleichen. Im Gegensatz zur Schieferung pflegen sich die Schnitte selbst im homogenen Tonschiefer in horizontaler Richtung auf kürzere Entfernungen zu beschränken.

Wenn sie in den Schieferbrüchen nicht zu zahlreich auftreten, sind sie dem Schieferbruchbesitzer sehr erwünscht, da innerhalb solcher vielleicht von Meter zu Meter auftretenden Schnitte ein besonders brauchbarer Tonschiefer gebrochen wird. Rücken sie dagegen so nahe, daß sich keine genügend großen Platten mehr gewinnen lassen, so bezeichnet man den Schiefer als „schnittig" und stürzt ihn auf die Halde.

Die Hauptstreichrichtung dieser Schnitte ist NW—SO, weniger häufig N—S, daneben kommen vereinzelt alle übrigen Richtungen vor. Die Schnitte sind in allen Gesteinsarten zahlreich anzutreffen, besonders naturgemäß im Tonschiefer.

Als eine nur dem Tonschiefer eigentümliche Erscheinung sind die „Knie" zu erwähnen. Sie sind in allen Schieferbrüchen zu beobachten und verdanken ihren Namen der knieförmigen Knickung des Schiefers. Meist liegen 6—10 solcher Knie nebeneinander, so daß eine Art Treppenverwerfung in Stärke von je 1—2 cm entstehen kann.

Liebe[36]) schreibt ihre Entstehung „dem Zusammensinken des Gesteins zu, welches, wenn auch in geringem Grade, so doch stetig von den eindringenden Tagewässern durch Lösung gewisser Bestandteile beraubt und so in seiner Masse lockerer wird. Im anstehenden Gestein betrachtet, machen sie ganz den Eindruck, als ob ein Druck von oben sie erzeugt hätte: das ist eben der Druck der eigenen Schwere". Liebe gebraucht zwar nicht den Ausdruck Knie, aber es dürfte kein Zweifel bestehen, daß er diese Erscheinung meint. Seiner Ansicht über die Entstehung der Knie stellen sich verschiedene Bedenken entgegen. Zunächst sind sie keineswegs auf eine Horizontalerstreckung von höchstens 5 m beschränkt, sondern sind oft, zum Beispiel im Bärenstein und im Friedrichsbruch bei Lehesten, auf über 20 m Entfernung zu beobachten. Ferner zeigen sie in den bisher aufgeschlossenen Teufen keine merkliche Abnahme, wie es von einer Verwitterungserscheinung zu erwarten wäre. Wenn sie auch naturgemäß den Tagewässern zum Teil den günstigsten Eintritt gewähren, so kann man keineswegs immer eine besonders auffallende Verwitterung an ihnen erkennen. Ursache und Wirkung scheinen hier verwechselt zu sein. Besonders spricht aber auch gegen Liebes Ansicht das zahlreiche Auftreten einzelner Knickungen in völlig unverwittertem festen Tonschiefer, ohne daß der Schiefer leicht nach ihnen zu brechen pflegt. Wo sie sich zahlreicher aneinanderreihen, haben sie große Ähnlichkeit mit „schnittigem Schiefer", und in solchen Fällen sind sie vielleicht auch als eine besondere Ausbildung dieser Schnitte aufzufassen. Dafür spricht ihre Streichrichtung, die im allgemeinen herzynisch verläuft, wie aus nachstehenden Messungen ersichtlich ist.

Streich. =	55	45	320	30	35	305
Einf. =	80 N.	90	60 S.	90	90	90
Streich. =	35	45	75	50	70	
Einf. =	80 N.	90	90	80 N.	90	

In einer gewissen genetischen Beziehung dürfte vielleicht eine ähnliche Erscheinung stehen. Herr Direktor Setz-Lehesten schenkte mir gelegentlich eines Besuches einige Dachschieferplatten, die zahlreiche kleine Verwerfungen zeigten (siehe Skizze). Durch

Fig. 10.

einen helleren, kieselsäurereicheren Streifen ließ sich die Schichtung deutlich erkennen. Die Verwerfungen folgten in Abständen von 10—20 cm und betrugen 2—4 cm, waren

[35]) J. Walther: März-Protokoll der Zeitschr. d. Deutsch. geol. Gesellschaft, Jahrg. 1903, S. 15 bis 16.

[36]) Liebe: a. a. O. S. 52.

aber so vollständig verheilt, daß die Haltbarkeit des Schiefers keine Einbuße erlitten hatte.

Schließlich wäre noch ein Kluftsystem zu erwähnen, welches sich vor den übrigen dadurch auszeichnet, daß es stets ein ziemlich flaches Einfallen zeigt und immer mit mehr oder weniger zerriebenem Tonschiefer ausgefüllt ist, die „Dreck- oder Bleischwarten". Sie sind auf den Tonschiefer beschränkt, treten aber in jedem Culmdachschieferbruch des Loquitztales und in Lehesten auf. Im Streichen und Fallen schließen sie sich auffällig der Schieferung an, allerdings nicht vollständig, denn meistens fallen sie etwas steiler ein, aber stets in nördlicher Richtung. Durch den fein zerriebenen Tonschiefer, den sie mit sich führen, dürften sie sich als Überschiebungen, zum Teil vielleicht auch als ausgewalzte Schenkel einer Falte kennzeichnen. Jedenfalls pflegt sich fast immer das Material an ihnen zu ändern. In einem besonders interessanten Aufschluß des Friedrichsbruches hart an dem Bassin der Lehestener Wasserleitung lassen die Lagerungsverhältnisse keinen Zweifel darüber, daß auf einer solchen Schwarte eine ca. 20—30 m starke Überschiebung stattgefunden hat (Fig. 4). Wie bereits früher ausgeführt worden ist, sind die Schichten im Friedrichsbruch bei Lehesten stark überkippt, so daß die dem brauchbaren Dachschiefer nach oben folgenden Bordenschiefer das Liegende des Schieferlagers bilden. In diesem Aufschluß war der Bordenschiefer über den älteren blauen Schiefer auf einer solchen Schwarte geschoben. Die Überkippung des unteren Culms sowohl im Loquitztal als auch in der Umgegend von Lehesten ist eine so vollkommene, daß solche zahlreichen Überschiebungen nichts Befremdendes bieten dürften.

Alter der Klüftung.

Die Frage nach dem Alter der Kluftsysteme ist schwer zu beantworten, besonders da nicht unbedingt aus dem Alter einer Verwerfung ein Rückschluß auf das Alter der gleichsinnigen Klüftung gezogen werden darf. Gerade in unserem Gebiet scheinen die Kluftsysteme größtenteils viel älter zu sein als die Verwerfung, deren Richtung sie bedingt haben.

Bei ungefähr 200 Spalten ist mit Sicherheit nachzuweisen, daß sie mindestens carbonischen Alters sein müssen, denn sie führen rotliegende Eruptivgesteine. Ihre Streichrichtung ist auf den Blättern Schwarzburg, Königsee, Gräfenthal, Probstzella und auf der nördlichen Hälfte von Blatt Steinheid weitaus überwiegend herzynisch, auf Blatt Eisfeld dagegen erzgebirgisch.

Auf Blatt Steinheid treten eine Anzahl von Verwerfungen mit vorwiegend herzynischem Streichen auf, an denen Zechstein und Buntsandstein abgesunken sind[37]). Vielleicht sind sie tertiären Alters.

Auf eine Wirkung der transversalen Schieferung wäre hier noch hinzuweisen, die in beschränktem Maße Schlüsse auf das Alter der Klüfte zuläßt. Die Schieferung pflegt nämlich auf den Klüften des Tonschiefers Unebenheiten, teils Riffelung, teils zickzackförmigen Verlauf der Fläche, hervorzurufen. Manche Spalten zeigen jedoch völlig glatte Flächen und dürften daher wohl jünger sein als die Schieferung.

IV. Schieferung oder Spaltbarkeit nach mehreren Richtungen.

Neben der einfachen Schieferung ist mehr oder weniger häufig in allen Formationen noch eine zweite, sehr selten auch eine dritte Schieferung zu beobachten.

Eine befriedigende Erklärung für diese mehrfache Schieferung ist noch nicht gegeben worden. Man blieb stets vor der Frage stehen: Beruht sie auf der Wirkung eines Druckes, oder waren mehrere voneinander unabhängige Druckwirkungen oder Druckrichtungen gleichzeitig oder nacheinander vorhanden.

Bei dem Versuche, diese Fragen zu beantworten, muß zunächst geprüft werden, ob nicht Unterschiede sich bemerkbar machen, die eine getrennte Behandlung der mehrfachen Schieferung verlangen.

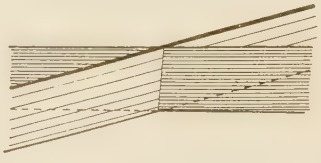

Fig. 11.

Zunächst sei darauf hingewiesen, daß der Begriff „doppelte Schieferung" nicht gleichbedeutend ist mit Griffelschieferung. Ein Zerfall in Griffelschiefer findet vielleicht nur dann statt, wenn zwei Spaltflächen senkrecht oder ziemlich senkrecht aufeinander stehen, also nach entgegengesetzter Richtung einfallen. Dies ist aber seltener der Fall, als wohl gewöhnlich angenommen wird, denn sehr häufig schneiden sich die Schieferungsflächen unter spitzem Winkel und fallen stets beide nach Norden ein (siehe Skizze). Die uns zunächst beschäftigende Art

[37]) Zimmermann: Seite 336 a. a. O.

der doppelten Schieferung (s. Tab. IX) tritt im Cambrium und Untersilur häufig auf, weniger dagegen im Culm und im Devon ziemlich selten. Sie äußert sich im anstehenden Gestein meist schon bei flüchtiger Betrachtung durch die teilweise messerscharfen Kanten, welche durch die Schnittlinien gebildet werden. Neben dem schon erwähnten gleichsinnigen Einfallen in nordwestlicher Richtung (Tab. IX) fällt auch die Gleichmäßigkeit des spitzen Winkels auf, den die Streichrichtungen der beiden Spaltbarkeiten miteinander bilden. Wenn auch keine einwandfreie Gesetzmäßigkeit daraus herzuleiten ist, so dürften doch solche Zahlen wie:

				Formation
1.	250	270		
	20 N	35 N		(c_1)
2.	280	297		
	60 N	75 N		($S_1 \alpha$)
3.	300	315		
	45 N	30 N		($S_1 \beta$)
4.	320	335		
	20 N	40 N		($S_1 \beta$)
5.	333	355		
	60 N—W	40 W		(α in t_3)
.	345	360		
	50 W	45 W		($S_1 \beta$)
7.	280	290	310	
	20 N	85 N	55 N	($S_1 \beta$)

Zähler bedeutet das Streichen in Graden, Nenner gibt den Einfallwinkel mit Angabe der Himmelsrichtung

darauf hinweisen, daß es sich kaum um zwei voneinander unabhängige Druckwirkungen gehandelt haben kann.

Dies darf wohl auch als ein triftiger Grund gegen die Ansicht Liebes[38]) aufgefaßt werden, daß eine der beiden Schieferungen in Beziehung stände zu der vordevonischen Faltung unseres Gebirges. Da bei jenem Faltungsprozeß auch zahlreiche Falten herzynisches Streichen aufweisen, so müßte

1. der Winkel zwischen den beiden Streichrichtungen der Schieferung größer und unregelmäßiger sein,

2. eine der Schieferungen gelegentlich ebenfalls herzynisches Streichen haben.

Da beides nicht der Fall ist, auch Beispiele der doppelten Schieferung sich im Culm und Devon nachweisen lassen, so dürfte Liebes Erklärung nicht zutreffen. Vielmehr weist die Tatsache, daß die Streichrichtung der einfachen Schieferung nur selten jäh wechselt, sondern sich allmählich zu drehen pflegt, auf eine andere Erklärung hin. Bei solchem Richtungswechsel verschwindet die alte Richtung zuweilen nicht sofort, sondern bleibt neben der neuen Richtung mehr oder weniger deutlich noch eine Weile sichtbar. So können zwei Schieferungen mit fast gleichem Streichen und Fallen nebeneinander auftreten. Oftmals mußte dann die alte Richtung der neuen weichen, ebenso oft aber auch konnte sich die neue Richtung nicht behaupten und verschwand wieder. (Meurastein—Unter-Weißbach, Blatt Gräfenthal.)

Auf Grund dieser Beobachtungen erscheint die Annahme nicht unberechtigt, daß diese doppelte Schieferung als die Folge einer örtlichen Ablenkung der Druckrichtung aufzufassen ist. Daß solche Ablenkungen durch gewisse sekundäre Druckkräfte entstehen konnten, wird später noch erörtert werden.

Betrachten wir dagegen einige andere Messungen:

erzgebirgisch	herzynisch	Formation
270	40	
40 N	30 N—O	(cb)
262	25	
42 N	30 N—O	(cb)
272	30	
85 N	30 N—O	(c_1)
280	30	
75 N	30 N—O	(c_1)

so fällt sofort der große Unterschied in der Streichrichtung auf. Hier würde die Annahme, daß beide Schieferungen zeitlich und genetisch in Beziehung stehen, unwahrscheinlich sein. Nun entspricht aber, wie bereits bekannt ist, das Streichen von 30° der Hauptstreichrichtung eines Systems von Parallelklüften, die teilweise so vollkommen ausgebildet sind, daß sie einer Schieferung gleichkommen. Daher dürfte auch der Schluß nahe liegen, daß diese zweite Spaltbarkeit mit jener Druckwirkung zusammenhängt, welche die oben erwähnte Parallelklüftung erzeugt hat.

Griffelstruktur und Griffelschieferung.

Bei den beiden zuletzt angeführten doppelten Schieferungen im unteren Culm (c_1)

Streich. =	272	30	280	30
Einf. =	85 N	30 N—O	75 N	30 N—O

zerfällt der Schiefer in Griffel (östlich Hämmern und südlich von Lichtenhain) und gibt Gelegenheit zur Herstellung von Schreibgriffeln. Die Lage der beiden Schieferungen ist in diesem Falle von besonderer Bedeutung. Bisher hat man bei der Griffelschieferung wohl meist an zwei mehr oder

[38]) Liebe: S. 45 a. a. O.

weniger im Streichen gleichlaufende und im Einfallen senkrecht aufeinander stehende Spaltflächen gedacht. Hier bilden aber die beiden Streichrichtungen der Schieferungsfläche einen Winkel von 62 bzw. 70°. Da trotzdem die Schieferungsebenen ziemlich senkrecht aufeinander stehen, war auch die Verwendung des Schiefers zu Griffelschiefern möglich. Nur ist hier die Lage der Griffel nicht annähernd horizontal wie im Untersilur von Steinach und Spechtsbrunn.

Im südlichen Teil von Blatt Schwarzburg wurden auch im untersilurischen Griffelschiefer ähnliche Winkel beobachtet. Sie scheinen ebenfalls auf eine zweite, von der ersten unabhängige Druckwirkung zurückzuführen zu sein. Schließlich sei auch der dritte für den Griffelschiefer bekannteste Fall erwähnt, daß beide Spaltbarkeiten das gleiche oder fast das gleiche Streichen haben und nach entgegengesetzter Richtung einfallen.

Bevor nun im folgenden der Versuch zu einer Erklärung der Griffelschieferung gemacht wird, soll zunächst die Ansicht von Loretz[39]) darüber kurz wiedergegeben werden:

„Der Vorgang des seitlichen Ausweichens und Verschiebens konnte auch von Teilchen zu Teilchen in ein und derselben Richtung stattfinden und bewirkte so eine Art von Linearerstreckung des Gesteins — ein fast faseriges griffeliges Gefüge. Es ist nicht nur die Interferenz zweier Schieferungsrichtungen oder die Interferenz einer Schieferungsrichtung mit der Schichtung, was die hier vorliegende Griffelung zuwege gebracht hat; denn gerade für diesen Griffelschiefer, wenigstens für größere Partien, liegen augenscheinliche Anzeichen für einen Streckungsvorgang im Gestein vor. Dieser Streckungsvorgang ist hervorgerufen durch die Wirkung starken Druckes oder genauer wahrscheinlich durch eine Art der Äußerungen des Lateraldruckes in der Erdrinde. Er besteht in einer großen Summe kleiner und kleinster gleichgerichteter Verschiebungen, die durch die ganze Masse hindurch von Teilchen zu Teilchen stattfanden resp. sich durch eine gewisse, vielleicht längere Zeit wiederholten."

Aus diesen Ausführungen könnte man den Schluß ziehen, daß eine eigentliche Streckung nur bei dem Griffelschiefer ($s_1 \alpha$) stattgefunden hat. Wie wir bereits früher bei Besprechung des Chamosits und Thuringits gesehen haben, sind auch die Oolithe des Chamosits in einer Richtung lang gestreckt. Die ellipsoidischen Kalkknoten im geschieferten oberdevonischen Knotenkalke weisen ebenfalls einen oft recht beträchtlichen Unterschied in der Länge der Achse auf.

Heim[40]) hat auf Tafel 15 seines Atlasses einen einseitig gestreckten und zerrissenen Belemniten aus dem Kalkstein abgebildet. Er liegt mit seiner Längsachse in der Schieferungsebene; von einer Griffelschieferung oder Griffelstruktur ist nirgends die Rede, vielmehr nur von transversaler Schieferung. Heim weist zur Begründung der Struktur zunächst darauf hin, daß der Kalk infolge des Druckes wieder plastisch geworden sei, und ein Ausweichen der Masse nach einer Richtung stattgefunden habe. Dieses Ausweichen sei gewissermaßen ein Fließen gewesen, ähnlich wie Daubrée es bei seinen Experimenten erreicht hat, indem er dem gepreßten Ton einige Ausflußöffnungen schaffte.

Auch für unseren Griffelschiefer dürfen wir, ohne zunächst auf die zweite Spaltbarkeit einzugehen, eine Pressung und ein Ausweichen der Masse annehmen; nur geschah das Ausweichen — „die fließende Bewegung" — meistens in nahezu horizontaler Richtung, während Heim uns berichtet, daß in den Alpen nach seinen Beobachtungen ein Ausweichen in der Einfallrichtung der Schieferungsebene nach der Erdoberfläche stattfand.

Von der erfolgten Streckung im untersilurischen Griffelschiefer legen den sichtbarsten Beweis die Trilobiten ab, welche in der Umgegend von Spechtsbrunn und Steinach gefunden worden sind[41]) (Ogygia, Asaphus, Megalaspis, Calymene).

Im Geologisch-Mineralogischen Institut der Universität Halle lag mir eine große ausgezeichnete Sammlung von ihnen vor, außerdem hatte Herr Bergrat Vollhard-Lehesten die Liebenswürdigkeit, mir einige besonders lehrreiche Stücke seiner Sammlung zur Verfügung zu stellen. Vier Exemplare sind von mir photographiert und der Arbeit beigefügt worden (Fig. 12—15).

Fig. 12 stellt einen Trilobiten dar, der mit seiner Längsachse in der Griffelrichtung liegt und mit der Hauptschieferungsebene (Spaltseite) einen Winkel von ca. 25° bildet.

Fig. 13 stellt einen Trilobiten dar, welcher mit seiner Längsachse genau senkrecht zur Griffelrichtung und mit seiner Fläche in der Hauptschieferungsebene liegt.

Fig. 14 stellt einen Trilobiten dar, dessen Längsachse mit der Griffelrichtung einen Winkel von 40° bildet, und dessen Fläche

[39]) Loretz: S. 259, 282 und 286 der zweiten Arbeit.

[40]) A. Heim: a. a. O., S. 62 ff.

[41]) R. Richter: Untersilurische Petrefakten aus Thüringen. Zeitschr. d. D. geol. Gesellschaft 1872.

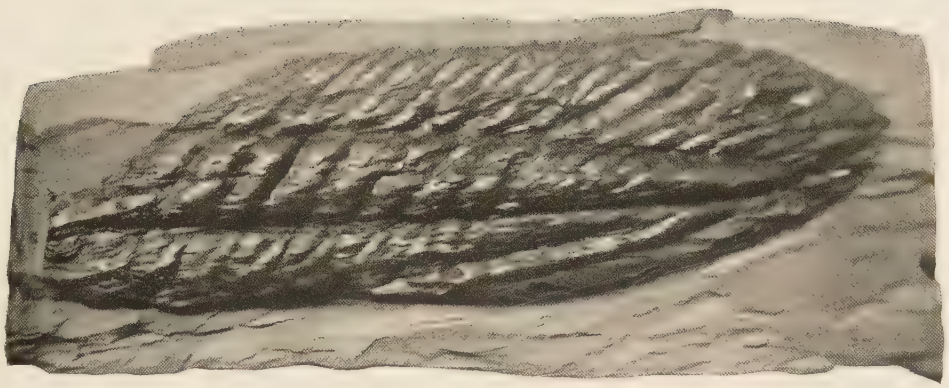

Fig. 12.

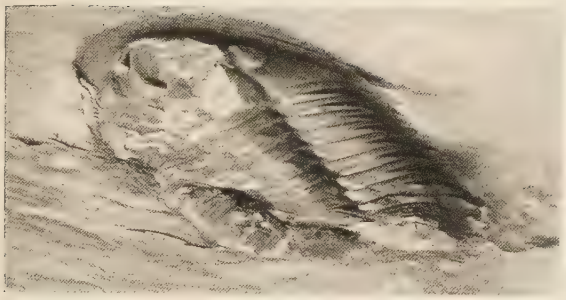

Fig. 13.

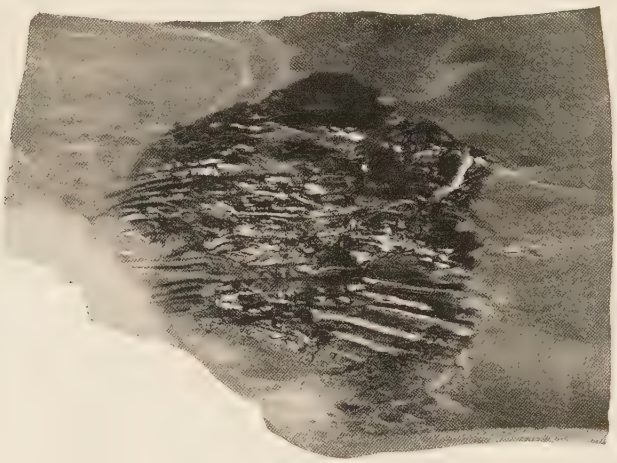

Fig. 14.

Fig. 15.

Fig. 12—15. Trilobiten aus dem ostthüringischen Griffelschiefer (~~Culm~~).

die Hauptschieferungsebene unter einem Winkel von ca. 50° schneidet.

In Fig. 15 sehen wir einen Trilobiten, dessen Längsachse die Griffelrichtung ungefähr in einem Winkel von 60° schneidet; seine Fläche bildet mit der Hauptschieferungsebene einen rechten Winkel, fällt also mit der Klarseite zusammen.

Der in Fig. 12 abgebildete Trilobit (Ogygia) ist senkrecht zu seiner Achse gepreßt und daher außerordentlich lang gestreckt[42]). Ganz entgegengesetzt dazu zeigt uns Fig. 13 einen Trilobiten, der senkrecht zu seiner Achse gepreßt ist. Er erscheint recht kurz und breit, und seine Pleuren sind teilweise etwas übereinander geschoben.

In Fig. 14 erscheint der Trilobit besonders verzerrt, und zwar äußert sich dies besonders in der schiefen Stellung der Pleuren zur Achse und der Zerrung einzelner Pleuren. Der Winkel zwischen Pleuren und Achse weicht um so mehr von 90° ab, je mehr sich der Winkel zwischen Achse und Griffelrichtung 45° nähert.

Der Trilobit in Fig. 15 ist weniger verzerrt als die übrigen, obgleich er mit der Griffelrichtung einen Winkel von 50° bildet. (Die Deformation beruht hier besonders auf einer kleinen Verwerfung.) Dieses hängt mit der Härte des Schiefers zusammen[43]), denn je härter das Material ist, um so geringer ist die Streckung.

Einen weiteren recht guten Aufschluß über den Vorgang der Griffelschieferung bieten uns die Dünnschliffe. Um die Wirkung des Druckes sowohl in hartem als auch in weichem Griffelschiefer beobachten zu können, wurden aus hartem und weichem Schiefer je zwei Dünnschliffe hergestellt.

Die ersten beiden Dünnschliffe sind aus dem Material gewonnen, welches zur Herstellung der Griffel dient, also verhältnismäßig weich sein muß. Ein Schliff (a) entspricht der Hauptspaltfläche, Schliff (b) der untergeordneten Schieferung.

Bemerkenswert ist das Verhalten des Quarzes. In dem ersten Schliff parallel zur Hauptschieferungsebene sind die unregelmäßig begrenzten Quarzkörner verhältnismäßig breit und von zahllosen, unter sich gleichlaufenden Sprüngen durchzogen. Die Sprünge verlaufen in sämtlichen Quarzkörnern parallel zur Griffelrichtung. Auf ihnen hat eine Neubildung eines sericitähnlichen Minerals stattgefunden, dessen Längsachse ebenfalls in der Richtung der Griffel zu liegen scheint, da es unter gekreuzten Nicols dunkel bleibt.

Die dunklen Mineralien Biotit und Eisenoxyd (?) sind zwischen den Quarzkrystallen und dem Ton in der Griffelrichtung langgezogen eingebettet. Der Ton erscheint, soweit er sich als solcher überhaupt genau bestimmen läßt, zum Teil schlierenartig in der Griffelrichtung langgezogen.

Aus dem Schliffe (b) senkrecht zur Hauptspaltfläche geht hervor, daß die einzelnen Teilchen lamellar in der Griffelrichtung angeordnet sind, und ferner, daß sie, soweit sie ursprünglich kaum lamellare Gestalt gehabt haben, wie der Quarz durch den Druck zusammengepreßt erscheinen. Der Quarz zeigt in diesem Schliff meist einen ellipsenförmigen Querschnitt, dessen längste Achse in der Griffelrichtung liegt. Da der Quarz unter gekreuzten Nicols dunkel bleibt, so läuft also die c-Achse des Quarzkrystalles der Griffelrichtung parallel.

Die beiden anderen Dünnschliffe c und d sind aus der Übergangszone der Phycodenschichten zum Griffelschiefer entnommen, sie entsprechen also dem gleichen Material, in welchem der Trilobit Nr. 4 gefunden worden ist.

Wie auf Grund der verhältnismäßig geringen Verzerrung des Trilobiten angenommen werden durfte, zeigen auch diese Dünnschliffe die oben erwähnten charakteristischen Eigenschaften in geringerem Maße. Bei den einzelnen Individuen findet nicht mehr jener Zerfall in einzelne Stengel parallel zur Griffelrichtung statt. Die Individuen sind senkrecht zur Druckrichtung weniger breitgedrückt; einzelne liegen sogar nicht völlig parallel zur Griffelrichtung. Daraus geht also ebenfalls deutlich hervor, daß die Transversalschieferung in Gesteinen geringerer Härte am deutlichsten ausgeprägt ist, weil hier die Ausweichung des Materials infolge seiner größeren Plastizität am bedeutendsten war.

Dieses Ausweichen fand nun, wie bereits früher erwähnt, in fast horizontaler Richtung statt. Die Erklärung dafür bietet uns ein Blick auf die Blätter Spechtsbrunn, Steinheid. Die Streichrichtung der Schichten ist dort auffallend gleichmäßig und entspricht ungefähr dem Generalstreichen der transversalen Schieferung. Sobald nun der die Schieferung erzeugende Druck fast senkrecht auf diese gefalteten Schichten traf, so war ein Aus-

[42]) Künstlich habe ich obige Verzerrung mit gutem Erfolg nachzumachen versucht, indem ich auf einer ca. 15 cm langen und 10 cm breiten und 0,4 cm starken Gummiplatte Trilobiten unter den entsprechenden Winkeln aufzeichnete und die Platte dann streckte. Zu genauen Messungen der Streckung fehlten leider geeignete Vorrichtungen.

[43]) Der Trilobit stammt aus der Übergangszone der Phycodenschichten (obercambrischer Quarzit) zum Griffelschiefer.

weichen nach oben außerordentlich schwer, weil sich darüber ein mächtiges Gewölbe von Kieselschiefer, Quarzit, Grauwacke etc. ausdehnte. In horizontaler Richtung dagegen, und zwar ziemlich senkrecht zum Druck, lagerte auf viele Kilometer der gleiche weiche Tonschiefer, stets bereit, den nachdrängenden Massen auszuweichen. Daß die Pressung und damit das seitliche Ausweichen der Massen kein geringes Maß betragen hat, lehren uns die verzerrten Trilobiten.

Dieser Vorgang des seitlichen Ausweichens wurde nun aber noch erhöht durch eine andere, allerdings wesentlich geringere Druckkraft, die ungefähr in der gleichen Linie aus entgegengesetzter Richtung gewirkt haben muß.

Für das Vorhandensein einer solchen zweiten Druckkraft sprechen verschiedene Gründe. Zunächst ist es die meist recht untergeordnete zweite Spaltbarkeit, die ziemlich senkrecht auf der ersten steht. Ferner lassen sich die zahllosen Sprünge in den Quarzkörnern, wie wir sie in dem Dünnschliff parallel zur Hauptspaltbarkeit beobachtet haben, auch nur durch eine zweite Druckkraft erklären. Schließlich bietet uns auch der Trilobit Nr. 2 noch einen Beweis, denn, wie bereits früher erwähnt, sind die Pleuren teilweise schuppenartig untereinander geschoben, was nur durch die Annahme eines Druckes aus der angegebenen Richtung zu erklären ist.

Durch das zufällig fast gleiche Streichen und entgegengesetzte Einfallen der Schieferung und Schichtung erklärt sich wohl der Umstand, daß die untergeordnete Spaltbarkeit und die Schichtung fast die gleiche Lage haben, zeitweise auch zusammenfallen. Auf keinen Fall darf dieser Umstand aber als die Regel angenommen werden, wie dies in einigen Lehrbüchern der Fall ist.

Die Erklärung der Griffelschieferung würde in diesem Falle außerordentlich einfach sein, da die zweite Spaltbarkeit, wie es im Cambrium häufig der Fall ist, nur einer nicht völlig verwischten Schichtschieferung entsprechen würde.

Auf Grund der tatsächlichen Verhältnisse bleibt uns nur übrig, den Versuch zu einer anderen Erklärung für die zweite Spaltbarkeit zu machen.

Angesichts der Tatsache, daß die meist sehr unvollkommene zweite Spaltbarkeit auch nur einem schwächeren Druck zugeschrieben werden kann, daß ferner der Druck aus der entgegengesetzten Richtung gekommen ist, dürfte der Schluß nicht zu fern liegen, daß es sich um einen Gegendruck gehandelt hat. Dieser Gegendruck könnte entstanden sein an den bereits gefalteten unschieferbaren Massen, vielleicht auch als Ausgleich der Spannung, falls der Hauptdruck gelegentlichen Schwankungen unterworfen war.

Die untergeordnete Druckwirkung muß im Verhältnis recht schwach gewesen sein, denn die zweite Spaltbarkeit ist nur in sehr weichen Zonen des Griffelschiefers äußerlich erkennbar. Bei nur geringer Härtezunahme verliert der Schiefer die Griffelstruktur, und in dem für Schreibgriffel brauchbaren Material erkennt man eine zweite, sehr unebene Spaltfläche erst, wenn man den Schiefer mit der scharfen Schneide des Hammers zu spalten versucht[44]). Auch in den oberen Grenzen des unteren Culms auf der Linie Sonneberg — Spechtsbrunn läßt sich wiederholt die Beobachtung machen (Wiefelsburg, südlich Lichtenhain), daß Dachschiefer und Griffel in unmittelbarer Nachbarschaft, einmal sogar im gleichen Bruche gewonnen werden.

Wenn wir uns nun der Angabe Heims entsinnen, der in dem Kalk bei einfacher Schieferung eine Streckung, d. h. eine Verschiebung der Teilchen, nur in einer Richtung beobachtet hat, und wenn wir ferner festgestellt haben, daß die Griffelschieferung allmählich in einfache Schieferung überzugehen pflegt, so dürfen wir wohl auch den Schluß ziehen, daß beide Schieferungserscheinungen aufs innigste verwandt sind, und daß die gleiche Druckkraft imstande ist, je nach den örtlichen Verhältnissen einfache Schieferung oder Griffelschieferung zu erzeugen.

Wir würden also die anfangs gestellte Frage nach der Ursache mehrerer Spaltbarkeiten dahin zu beantworten versuchen, daß wir zunächst die beiden sich unter spitzem Winkel schneidenden und gleichzeitig nach Norden einfallenden Schieferungsebenen auf örtliche Ablenkung des Druckes zurückführen.

Im zweiten Fall, wo beide Schieferungsebenen im Streichen um nahezu einen rechten Winkel abweichen, und eine Schieferung im Streichen mit den herzynisch verlaufenden Parallelklüften übereinstimmt, dürfte diese Schieferung auch als eine besonders intensive Parallelklüftung zu betrachten sein.

Für den dritten Fall, wo beide Spaltbarkeiten ungefähr gleiches Streichen haben und in entgegengesetzter Richtung einfallen, dürfte folgende Erklärung gelten: Begünstigen die Lagerungsverhältnisse das Ausweichen nur in einer Richtung, und ermöglichen

[44]) Jenes Material, welches bereits durch die Verwitterung in zahllose Stengel zerfällt, findet keine technische Verwendung zu Schreibgriffeln (Wiefelsburg bei Steinach und Rohrbach, Blatt Schwarzburg).

sie einen Gegendruck senkrecht zu dieser Richtung, besteht außerdem das Gestein aus einem geeigneten weichen Tonschiefer, so dürfte eine Druckkraft genügen, Griffelschieferung zu erzeugen.

Alter der transversalen Schieferung.

Über das Alter der transversalen Schieferung bestehen zurzeit noch abweichende Ansichten. Während Loretz auf Grund seiner Beobachtungen bereits zu dem Ergebnis gelangt ist, daß die transversale Schieferung erst nach beendetem Faltungsprozeß entstand, glaubte Heim aus dem stets gleichsinnigen Streichen von Schieferung und Schichtung in den Alpen den Schluß ziehen zu müssen, daß die transversale Schieferung „durch die Gebirgsbildung gleichzeitig mit den Biegungen“ erzeugt worden ist. Da Heims Ansicht in einigen Lehrbüchern der Geologie heute noch vertreten wird, so muß ausdrücklich betont werden, daß für unser Gebiet wenigstens die Ansicht von Loretz unbedingt den Vorzug verdient. Denn in Ostthüringen ist im Gegensatz zu den Alpen bei keiner Messung gleiches Streichen von transversaler Schieferung und Schichtung beobachtet worden. Auch besteht nicht die geringste Gesetzmäßigkeit zwischen beiden Streichrichtungen. Dem Einwande, daß eine solche Gesetzmäßigkeit durch spätere Störungen verwischt sein könnte, darf entgegengehalten werden, daß durch Störungen (z. B. Verwerfungen) das Verhältnis zwischen Schieferung und Schichtung nicht geändert wird.

Aus der Tatsache aber, daß Schieferung und Falten sich stets unter ganz beliebigem Winkel schneiden, daß ferner die Schieferungsflächen fast nie gefältelt sind, darf mit Sicherheit geschlossen werden, daß die Schieferung erst nach beendeter Faltung entstanden ist.

Schwieriger gestaltet sich schon die Entscheidung, ob die transversale Schieferung im unmittelbaren Anschluß an die Gebirgsbildung entstand, oder ob beide Ereignisse zeitlich getrennt waren. Mit Bestimmtheit können wir angeben, daß die Schieferung noch vor der Zeit des Rotliegenden entstanden sein muß, denn zahlreiche eruptive Gänge aus dieser Zeit zeigen niemals transversale Schieferung. Auch zahlreiche andere bekannte Gründe sprechen dagegen. Es käme also nur die Zeit des Obercarbons in Betracht. Da der Druck wahrscheinlich über eine längere Zeit hindurch gewirkt hat, so dürfte eine Unterbrechung des die Faltung erzeugenden Druckes kaum stattgefunden haben, und vielleicht gehen wir nicht fehl in der Annahme, daß der Schieferungsprozeß eingesetzt hat, als der Druck seinen Höhepunkt bei der Gebirgsbildung bereits überschritten hatte und allmählich, aber langsam nachließ. Der fast immer ziemlich spitze Winkel zwischen Schieferung und Schichtung im Devon und Carbon läßt auf eine geringe Änderung der Druckrichtung schließen.

Tabelle Nr. I.

Abwechselnde schmale Bänke von Grauwacke und Tonschiefer im oberen (?) Culm Nord-Bayerns.

Spaltbarkeit des Tonschiefers	Schichtung	Differenz im Streichen	Spaltbarkeit des Tonschiefers	Schichtung	Differenz im Streichen
255 / 90	230 / 80 N	— 25	303 / 35 N	283 / 25 N	— 20
248 / 85 N	228 / 80 N	— 20	310 / 60 N	300 / 70 N	— 10
290 / 90	305 / 75 S	+ 15	305 / 40 N	315 / 55 N	+ 10
285 / 90	295 / 80 S	+ 10	312 / 50 N	330 / 55 N	+ 18
300 / 90	315 / 80	+ 15	312 / 90	322 / 85 S	+ 10
300 / 75 S	310 / 60 S	+ 10	312 / 40 N	322 / 57 N	+ 10
295 / 60 S	315 / 50 S	+ 20	315 / 37 N	325 / 55 N	+ 10
300 / 65 S	310 / 60 S	+ 10	325 / 90	340 / 80 S	+ 15
292 / 50 N	303 / 80	+ 11	330 / 25 N	315 / 50 N	— 15
295 / 40 N	305 / 50 N	+ 10	325 / 25 N	315 / 50 N	— 10
300 / 22 N	290 / 32 N	— 10			

Tabelle Nr. II.

Schieferung	Schichtung	Formation	Schieferung	Schichtung	Formation
292 / 80 N—W	285 / 20 N—W	c b	287 / 90	335 / 42 S—O	c b
278 / 75 S	245 / 25 N—W	—	295 / 80 S	325 / 35 S—O	—
300 / 70 S	210 / 15 N—O	—	290 / 75 S—O	265 / 45 N	—
278 / 70 S	265 / 35 N	—	260 / 80 S	215 / 22 Ost	—
295 / 70 S	260 / 30 N	—	300 / 85 S—O	270 / 60 N	—
298 / 75 S—O	280 / 30 N—W	—	300 / 75 S—O	270 / 60 N	—
290 / 90	315 / 15 N—W	—	292 / 80 S—O	240 / 25 N	—

Schieferung	Schichtung	Formation
325 / 60 W	310 / 65 N	c b
345 / 60 W	355 / 45 W	α in t_3
310 / 80 N	280 / 45 S	t_1
320 / 25 N	280 / 30 S	c b
295 / 25 N	300 / 10 S	„
315 / 30 W	300 / 40 S	„
280 / 75 N	250 / 35 S	s_1 α
280 / 60 N	250 / 35 S	„
285 / 68 N	255 / 40 S	s_1 β
290 / 35 N	255 / 40 S	„
350 / 40 W	290 / 60 S	s_1 β
330 / 60 N	300 / 90	„
360 / 40 W	320 / 70 S	c b q
340 / 58 N	280 / 55 S	c b
295 / 65 N—W	240 / 25 S	c b q
295 / 60 N	215 / 50 S	c b
295 / 70 N	220 / 30 S	c b q
320 / 50 N—W	220 / 25 S	c b
350 / 22 N	280 / 55 N	s_1 α
315 / 50 N	305 / 70 S—O	c_1
310 / 25 N	265 / 30 S	α_1 in t_3
320 / 40 W	300 / 90	„
330 / 40 W	300 / 90	c_1
335 / 40 W	315 / 75 S	α_1 in t_3
330 / 40 W	300 / 20 S	t_3
270 / 80 N	300 / 75 S	s_1 α
300 / 80 N	270 / 25 S	s_1
318 / 30 N	300 / 75 S	α_1 in t_3
310 / 80 N	300 / 75 S	„
315 / 80 N	300 / 30 N—W	t_2
320 / 80 N—W	312 / 90	α_1 in t_3
325 / 65 N	300 / 70 W	„
330 / 50 N	320 / 80 N	„
325 / 50 W	305 / 85 S	c_1
314 / 50 N	270 / 30 S	„
320 / 48 N—W	310 / 70 N—W	„
340 / 35 W	290 / 55 W	α_1 in t_3
290 / 38 N—W	275 / 60 W	c_1
285 / 50 N	297 / 70 S—O	„
305 / 55 N—W	295 / 45 S—O	„
310 / 60 N—W	340 / 65 N—W	„
330 / 65 N—W	342 / 42 S—O	„
297 / 80 N—W	280 / 15 N	„
296 / 80 N—W	330 / 35 S—O	„

Schieferung	Schichtung	Formation	Schieferung	Schichtung	Formation
290 / 85 S	300 / 15 N	c b	320 / 90	280 / 20 N	c b
305 / 80 S	225 / 15 N	„	330 / 80 N	295 / 30 N	„
307 / 90	275 / 50 N	„	340 / 80 N	295 / 30 N	„
305 / 85 S	270 / 20 N	„			

Tabelle Nr. III.

Cambrium.

Transv. Schieferung	Schichtung	Differenz im Streichen °	Transv. Schieferung	Schichtung	Differenz im Streichen °
292 / 80 N	285 / 20 N	— 7	280 / 90	270 / 10 N	— 10
278 / 75 S	245 / 25 N	— 33	305 / 55 N	250 / 35 S	— 55
300 / 70 S	210 / 15 N	— 90	304 / 90	330 / 80 N	+ 26
278 / 70 S	265 / 35 N	— 13	307 / 70 N	250 / 20 N	— 57
295 / 70 S	260 / 30 N	— 35	305 / 80 S	330 / 55 S	+ 25
298 / 75 S	280 / 30 N	— 18	315 / 75 N	345 / 15 S	+ 30
290 / 90	315 / 15 N	+ 25	310 / 75 N	225 / 30 N	— 85
287 / 90	335 / 42 S	+ 48	317 / 80 N	190 / 20 N	— 127
295 / 80 S	325 / 35 S	+ 30	320 / 80 N	190 / 20 N	— 130
290 / 75 S	265 / 45 N	— 25	290 / 75 S	240 / 40 N	— 50
260 / 80 S	215 / 22 N	— 45	270 / 85 S	280 / 10 S	+ 10
300 / 85 S	270 / 60 N	— 30	270 / 90	360 / 20 W	+ 90
292 / 80 S	240 / 25 N	— 52	285 / 90	220 / 20 S	— 65
295 / 75 N	320 / 25 S	+ 25	270 / 65 N	220 / 15 S	— 50
295 / 68 N	320 / 25 S	+ 25	270 / 65 N	220 / 15 S	— 50

Transv. Schieferung	Schichtung	Differenz im Streichen °	Transv. Schieferung	Schichtung	Differenz im Streichen °
280 80 N	240 20 S	— 40	290 60 N	300 40 N	+ 10
285 78 N	250 20 S	— 35	290 90	300 15 S	+ 10
270 90	230 20 N	— 40	285 85 S	300 55 S	+ 15
290 80 N	250 40 S	— 40	320 80 S	195 10 N	— 125
285 80 N	315 30 N	+ 70	310 80 S	210 15 N	— 100
287 82 N	298 90	+ 11	340 90	270 10 N	— 70
290 65 N	282 60 N	— 8	340 90	270 10 N	— 70
305 60 N	345 60 N	+ 40	x 295 80 S	295 40 N	± 0
305 50 N	290 35 N	— 15	297 85 S	342 40 S	+ 45
303 70 N	360 25 N	+ 57	290 85 S	300 15 N	+ 10
300 80 N	360 25 W	+ 60	305 80 S	225 15 N	— 80
305 80 N	360 25 W	+ 55	307 90	275 50 N	— 32
310 90	200 25 N	— 110	305 85 S	270 20 N	— 35
300 80 S	295 50 S	— 5	320 90	280 20 N	— 40
290 70 N	300 50 N	+ 10	330 80 N	295 30 N	— 35
290 80 S	285 15 N	— 5	340 80 N	295 30 N	— 45

Tabelle Nr. IV.

Silur.

Griffelschiefer und tiefere Unter-Silurschiefer überhaupt.

285 55 N	325 30 N	+ 40	275 80 N	310 25 N	+ 35
280 40 N	310 15 S	+ 30	287 90	210 25 S	— 77
278 75 N	355 20 S	+ 77	280 90	210 30 S	— 70
292 80 N	305 80 N	+ 13	285 90	300 10 N	— 15

Transv. Schieferung	Schichtung	Differenz im Streichen °	Transv. Schieferung	Schichtung	Differenz im Streichen °
280 75 N	250 35 S	— 30	270 45 N	270 24 S	± 0
280 60 N	250 35 S	— 30	290 40 N	295 80 S	+ 5
350 22 N	280 55 N	— 70	270 30 N	285 85 S	+ 15
270 80 N	300 75 S	+ 30	258 32 N	270 75 S	+ 12
270 45 N	270 24 S	± 0	270 45 N	305 50 S	+ 35
		Unter-Silur.			
		Dunkler Tonschiefer, meist plattig zerfallend.			
300 80 N	337 40 N	+ 37	300 80 N	270 25 S	— 30
290 75 N	345 40 N	+ 55	325 80 N	285 10 S	— 40
325 60 N	270 20 S	— 55		Ober-Silur.	
285 68 N	255 40 S	— 30	330 25 N	300 25 S	— 30
290 35 N	255 40 S	— 35	270 70 N	270 45 S	± 0
330 60 N	300 80 S	— 30	265 25 N	300 80 N	+ 35

Tabelle No. V.

Devon.

Schieferung	Schichtung	Differenz im Streichen °	Schieferung	Schichtung	Differenz im Streichen °
	Mittel-Devon.			Oberer Devon.	
	t_1			t_3	
310 80 N	280 45 S	— 30	297 70 N	290 23 S	— 7
355 30 N	303 35 S	— 52	315 55 N	330 30 N	+ 15
332 40 N	290 60 S	— 42	290 60 N	335 30 S	+ 45
300 50 N	315 38 S	+ 15	345 60 N	335 45 N	+ 10
270 75 N	270 60 S	± 0	310 25 N	265 30 S	— 45
	t_2				
315 80 N	300 30 N	— 15	320 40 N	300 90	— 20
x 275 75 N	290 80 N	+ 15	335 40 N	315 75 S	— 20

Schieferung	Schichtung	Differenz im Streichen °
(t_3) 330 / 40 N	300 / 20 S	— 30 (t_3)
318 / 80 N	300 / 75 S	— 18
310 / 80 N	300 / 75 S	— 10
320 / 80 N	312 / 90	— 8
320 / 80 N	300 / 70 N	— 20
325 / 65 N	300 / 80 S	— 25
330 / 50 N	320 / 80 N	— 10
340 / 35 N	290 / 55 N	— 50
350 / 45 N	300 / 80 S	— 50
298 / 60 N	315 / 30 S	+ 17
300 / 22 N	290 / 32 N	— 10
300 / 14 N	335 / 45 S	+ 35
Quarzit-Einlagerungen in t_3.		
275 / 55 N	280 / 60 N	+ 5
280 / 55 N	285 / 75 S	+ 5

Tabelle No. VI.

Culm.

Unterer Culm c_1.

Transv. Schieferung	Schichtung	Differenz im Streichen °
305 / 75 N	300 / 60 S	— 5
315 / 50 N	305 / 70 S	— 10
330 / 40 N	300 / 90	— 30
325 / 50 N	305 / 85 S	— 20
314 / 50 N	270 / 30 S	— 44
320 / 48 N	310 / 70 N	— 10
290 / 38 N	275 / 60 N	— 15
285 / 50 N	297 / 70 S	+ 12
310 / 60 N	340 / 65 N	+ 30
305 / 55 N	295 / 45 S	— 10
330 / 65 N	342 / 42 S	+ 12
297 / 80 N	280 / 15 N	— 17
296 / 80 N	330 / 35 S	+ 34
300 / 70 N	310 / 35 S	+ 10
325 / 80 N	295 / 40 S	— 30
310 / 80 N	220 / 80 S	— 90
315 / 30 N	310 / 35 N	— 5
305 / 58 N	324 / 85 N	+ 19
290 / 50 N	300 / 70 N	+ 10
285 / 80 N	285 / 80 S	± 0
280 / 70 N	310 / 35 S	+ 30
280 / 44 N	285 / 60 N	+ 5

Tabelle No. VII.

Parallelklüftung.

0 — 9	10 — 19	20 — 29	30 — 39	40 — 49	50 — 59	60 — 69	70 — 79	80 — 89	90 — 99	100 — 109	110 — 119	120 — 129	130 — 139	140 — 149	150 — 159	160 — 169	170 — 179
90	80 N	80 W	70 S	60 N	70 S	60 S	90	65 S	70 S	30 S	80 S	80 S	50 N	70 N	90	55 S	90
85 W	80 N	90	75 S	80 S	82 S	70 S	75 N	65 S	85 S	90	80 S	75 S	90	40 N	80 S	90	60 Ost
80 Ost	75 N	80 W	80 S	67 S	85 N	78 S	85 S	80 N	50 S	85 S	85 S	85 N	50 S	50 N	80 N	60 S	55 Ost
80 Ost	68 N	90	80 N	82 S	80 S	70 N	75 S	90	65 N	65 N	70 N	90	90	75 S	85 N	85 S	85 W
60 Ost	90	70 N	90	63 N	35 N	75 N	85 S	80 S	90	75 N	70 S	70 N	80 S	60 S	90	45 S	90
90	80 S	50 N	90	90	50 N	40 N	75 N	73 S	90	70 N	55 N	50 S	30 N	60 S	80 N	75 S	70 W
65 Ost	75 S	75 S	85 N	90	70 N	70 N	80 S	40 N	78 N	40 N		50 N	28 N	45 S		55 N	80 W
90	80 N		90	90	90	90	90	45 S	80 N			90	40 N	80 N		62 S	80 W
90	70 N	90	90	73 S	50 N	70 N	50 S	45 N	60 N				40 N	40 N		40 S	75 Ost
90	60 S	50 N	70 S	90	75 S	58 N	90	60 N	80 N				42 N	60 S		78 W	90
70 Ost	70 N	60 N	80 N	55 N	50 N	90	80 S	90	70 N				45 N	90			90
50 W	50 S	90	90	80 N	80 S	90	60 N		60 S								90
75 W	70 N	80 N	60 N	68 N	75 S	90	70 N		65 N								75 W
90	80 N	90	60 N	60 N	90	90	85 S		70 S								90
15 W	75 N	86 S	90	85 S	90	80 N	75 N		60 S								85 Ost
90	80 N	75 S	60 S	70 N	70 S	80 N	60 N		50 N								60 Ost
65 Ost	80 S	70 S	50 S	80 N	50 S	75 N	90		60 N								
70 Ost	90	90	60 S	80 S	80 N	90	85 S										
85 W	60 N	60 W	50 N	60 N	90	90	70 N										
80 W	60 N	90	85 S	50 N	55 N	60 N	90										
80 W	85 N	80 S	90	80 S	60 N	50 S	90										
85 Ost	90	80 N	60 S	80 N	75 N	90	90										
90	60 S	80 N	80 N	90	80 N	70 N	90										
70 Ost	50 S	80 S	50 S	80 N	35 N	80 S	40 N										
70 Ost	60 S		80 W	90	75 N	60 N											
60 Ost			90	55 N	80 S	80 S											
60 W			90	60 N	75 N	85 N											
80 W			90	85 S	80 S	50 N											
80 W			80 N	80 N	80 N	80 N											
90			90	85 N	85 S	60 N											
75 Ost			90	53 N	85 N	80 S											
80 Ost			80 N	60 N	90	80 S											
50 Ost			50 S	90	60 N	60 N											
60 W				70 S	90	90											
				80 S	90	90											
				60 N	80 N	75 S											
				90	90												
				90	70 S												
				90													
				90													
				90													
				80 N													
				50 S													
				50 N													
				70 S													
				80 N													
				90													
				90													
				90													
				80 N													
				73 S													
				60 S													
				70 N													
				65 S													

Die Zahlen oberhalb des Striches geben die Streichrichtung von 10 zu 10° an. Die Zahlen unterhalb des Striches geben das Einfallen der Klüfte an.

Tabelle Nr. IX.

Auszug betr. mehrere Schieferungen.

Zähler = Streichen nach Kompaß-Graden, zählend von N über O bis 35°.
Nenner = Einfallen in Graden (ohne Berücksichtigung der westl. Ablenkung von etwa 10°).

Cambrium	Silur $\delta_1 \alpha$	Silur $\delta_1 \beta$	Devon	Culm
290 / 80 N 320 / 80 N	300 / 75 N 355 / 80 Ost	290 / 85 N 310 / 55 N 280 / 20 N	315 / 75 W 330 / 70 W t_3	307 / 70 N 317 / 53 W c_1
300 / 72 S 330 / 10 S	280 / 75 N 300 / 60 N	fast alle gleich ausgebildet.	355 / 40 W 333 / 60 W α	290 / 65 N 305 / 75 N
270 / 65 N 290 / 65 N	280 / 60 N 300 / 75 N	285 / 65 N 310 / 40 N	335 / 40 W 325 / 45 N α in t_3	300 / 90 310 / 90
280 / 70 N 300 / 50 N		290 / 35 N 310 / 42 N		305 / 55 N 285 / 85 N
295 / 60 N 310 / 60 N	280 / 70 N 325 / 25 N	295 / 50 N 315 / 60 N		310 / 60 N 340 / 65 N
285 / 50 N 300 / 70 N	297 / 75 N 280 / 60 N	340 / 55 W 360 / 55 W		270 / 45 N 305 / 58 N
290 / 70 N 315 / 50 N	290 / 85 N 310 / 55 N	335 / 70 W 355 / 55 W		272 / 85 N 30 / 30 N—O
310 / 40 N 325 / 60 N		335 / 40 N 320 / 20 N		280 / 75 N 30 / 30 N—O
315 / 30 N 340 / 20 N—W		360 / 45 W 345 / 50 W		Schichtung
280 / 50 N 290 / 70 N		300 / 45 N 315 / 30 N		$\left(\frac{295}{90}\right)$
270 / 40 N 40 / 30 N—O		310 / 40 W 340 / 35 W		300 / 58 N 325 / 52 N
262 / 42 N 25 / 30 N—O				270 / 35 N 250 / 20 N
344 / 75 N—W 335 / 75 N—W				
312 / 90 340 / 90				
268 / 75 S 297 / 90				
285 / 78 N 290 / 55 N				
300 / 90 310 / 80 S				

Griffelschieferung umstehend.

Tabelle Nr. X.

Griffelschieferung.

Cambrium		Silur δ_1 *a*		Silur δ_1 β		Devon t_1		Culm c_1 u. c_2	
285 / 90	220 x / 20 S—W	300 / 72 S—O	330 / 10 Ost	310 / 15 N	60 / 90 (Klüftung)	310 / 80 N	280 / 45 S	305 / 55 N	295 x / 45 S
310 / 30 N	290 x / 45 S	287 / 85—90	30 x / 25 S—W					300 / 70 N	310 x / 35 S
		285 / 85—90	345 x / 30 S					280 / 75 N	30 / 30 N—O
		280 / 90	30 x / 10 Ost					(295 x / 90)	
		285 / 80—90	300 x / 10 N					265 / 65 N	300 / 45 S c_2
		270 / 80 N	300 x / 75 S					272 / 85	30 / 30 N
		270 / 45 N	270 x / 24 S (Tierberg)					(280 x / 80 S)	
		270 / 45 N	270 x / 24 S (Tierberg)						
		290 / 73 N	265 / 60 S						
		290 / 40 N	305 / 50 S						
		270 / 65 N	292 x / 40 S						
		270 / 30 N	285 / 85 S						
		258 / 32 N	270 / 75 S						

x bedeutet Schichtung.

Lebenslauf.

Ich, Richard Sieburg, evangelischen Bekenntnisses, wurde geboren am 26. Juli 1879 zu Seesen a. Harz als Sohn des Konservenfabrikanten Heinrich Sieburg und seiner Ehefrau Caroline, geb. Gisecke. Zunächst besuchte ich die Bürgerschule meiner Heimatstadt, dann die Realschule daselbst und später die Städtische Oberrealschule zu Halle a. S. Im Herbst 1900 bestand ich an dieser Schule das Abiturientenexamen. Nach Ableistung meines militärischen Dienstjahres wurde ich von dem Königlichen Oberbergamt Clausthal als Bergbaubeflissener angenommen, arbeitete 1 Jahr hindurch praktisch in verschiedenen Bergwerken, studierte dann 3 Semester an der Universität Halle a. S. und 3 Semester an der Bergakademie zu Clausthal. Im Herbst 1905 bestand ich das Bergreferendarexamen an dem Königlichen Oberbergamt zu Clausthal. Im Frühjahr 1907 erhielt ich von Herrn Professor Dr. J. Walther zu Halle a. S. die Anregung zu meiner Arbeit. Ich konnte 4—5 Monate der mir als Referendar zur Verfügung stehenden 9 Monate Reisezeit zu den Beobachtungen und Messungen im Gelände verwenden; später habe ich das gesammelte Material in Halle in meiner Arbeit niedergelegt.

Hierbei erhielt ich von Herrn Professor Dr. J. Walther häufig Anregung und Unterstützung, für die ich ihm hier meinen herzlichsten Dank aussprechen möchte.

Meine Lehrer in Halle a. S. waren die Herren: Walther, Conrad, Vollhard, Loening, Lastig, Endemann, Stammler, Rehne, Uphues, Dorn, Luedecke, Doebner, Friedberg, Scupin; in Clausthal: Bergeat, Küster, Kast, Köhler, Gerland, Doeltz, Sympher, Horn.

Ihnen allen sei herzlichst gedankt.